

1

Biometrisches akustisches Schreibsystem und Verfahren zur Personenidentifikation und Handschriftenerkennung mittels biometrischer Daten

Die Erfindung betrifft ein biometrisches akustisches Schreibsystem, bei dem mit einem in einem Schreibstiftgerät integrierten Mikrofon die bei der handgeführten Bewegung des Schreibstiftes hervorgerufenen Schallsignale akustisch erfasst und anschließend zu biometrischen Daten verarbeitet werden. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Personenidentifikation und Personenverifikation mittels eines biometrischen Schreibsystems sowie ein Verfahren zur Handschriftenerkennung und/oder Handskizzenerkennung.

Derzeit gibt es eine große Auswahl von konkurrierenden biometrischen Systemen. Den größten Anteil der biometrischen Systeme machen derzeit Systeme aus, die Fingerlinien als Erkennungsmerkmale nutzen, gefolgt von Systemen zur Gesichtserkennung und so genannte Iris Scanner.

Durch die zunehmende elektronische Vernetzung in allen Bereichen des Geschäftslebens nimmt die Bedeutung der elektronischen Passwort- und Signaturerkennung ständig zu. Verträge werden in herkömmlicher Weise durch die beiden Vertragspartner geschlossen, indem eine Unterschrift zur Beurkundung geleistet wird. Die Unterschrift dient dabei zu Beweis Zwecken und ist für denjenigen, der die Unterschrift leistet spezifisch. Bei Vertragsabschlüssen im Bereich des E-Commerce besteht die Notwendigkeit, dass die Vertragspartner zu ihrer Identifikation eine elektronische Unterschrift leisten müssen, die auf ihre Gültigkeit hin verifiziert werden muss. Voraussetzung für den breiten Einsatz einer elektronischen Unterschrift zur Verifikation der Identität der Vertragspartner ist eine hohe Verfälschungssicherheit der geleisteten elektronischen Unterschrift.

Ferner muss die geleistete Unterschrift mit einer hohen Erkennungsrate erkannt und an einen entfernt gelegenen Rechner übertragen werden. Unerlässlich ist ferner, dass die Eingabe der elektronischen Unterschrift für einen großen Personenkreis ohne besondere Kenntnisse in einfacher Weise erfolgen kann.

Die bisher bekannten Schreibsysteme erfüllen diese Forderungen nicht und weisen zum Teil gravierende Nachteile auf.

Es sind Schreibstifte mit Beschleunigungssensoren bekannt (beispielsweise Accelerometer-based pens von British Telecommunications) zur Aufnahme von Beschleunigungskräften beim Schreiben mit dem Schreibstift. Der Nachteil dieses bekannten Schreibstiftes besteht in einer vergleichsweise geringen Erkennungsrate bei der Unterschriftenverifikation aufgrund des nur zweidimensionalen Datenraumes. Darüber hinaus muss der Schreibstift beim Schreiben stets gleich ausgerichtet sein, d.h. der Winkel zwischen dem Schreibstift und der Unterlage muss weitestgehend konstant sein, so dass ein natürliches Schreibverhalten beim Leisten einer Unterschrift nicht gewährleistet ist. Darüber hinaus setzt eine akzeptable Erkennungsrate eine Mindestschreibgeschwindigkeit voraus, da sonst die gemessenen Beschleunigungskräfte zu gering sind.

Eine Vielzahl von Schreibsystemen erkennen den handschriftlich geschriebenen Text bzw. Zeichen mittels der Schreibunterlage. Alle derartigen Schreibsysteme haben den Nachteil, dass spezielle Schreibunterlagen mit entsprechender Signalverarbeitung erforderlich sind.

Aus der US 4,513,437 ist ein Dateneingabestift zur Unterschriftenverifikation bekannt. Der Stift enthält einen Schreibstift zur Sichtbarmachung des Geschriebenen auf einer Unterlage sowie piezoelektrische Druck- und Beschleunigungssensoren zur Erfassung von Beschleunigungskräften, die durch

transversale Schreibbewegungen des Stiftes auf der Schreibunterlage hervorgerufen werden. Darüber hinaus wird der Druck auf den Schreibstift in axial-paralleler Richtung des Schreibstiftes erfasst.

Der Nachteil des in der US 4,513,437 beschriebenen Dateneingabestiftes besteht darin, dass ausgeprägte Beschleunigungskräfte beim Schreiben erforderlich sind. Zur Erfassung sind daher starke Richtungsänderungen und/oder Geschwindigkeitsänderungen geradliniger Schreibbewegung zur Signalerfassung notwendig.

In den Druckschriften US 5 294 792A, US 5 333 209 A, US 6 208 755 B1, DE 196 44 109 A1 und DE 100 28 138 A1 werden Schreibsysteme zur Erfassung von Schreibdruckdynamik mittels Drucksensoren und Schreibbewegungsdaten mittels CCD-Sensorik beschrieben.

Es sind Schreibsysteme bekannt, bei denen in einem Schreibstiftgerät ein Schreibstift zur Durchführung handgeführter Bewegungen auf einer Unterlage integriert ist. Das Schreibstiftgerät enthält eine optische Sensoreinrichtung zur Erfassung der mit dem Schreibstift durchgeführten Bewegungen als Bewegungs- bzw. Positionsdaten. Darüber hinaus ist in dem Schreibstiftgerät eine weitere Drucksensoreinrichtung zur Erfassung der bei den durchgeführten Bewegungen des Schreibstiftes auftretenden Kräfte integriert. Eine Datenverarbeitungseinheit dient zur Berechnung biometrischer Daten in Abhängigkeit von den erfassten Bewegungsdaten und den erfassten Schreibdruckdaten.

Es gibt bereits kommerzielle Schreibgeräte, die mit den oben genannten Sensortechniken ausgestattet sind.

So beschreibt der sog. Anoto-Digital-Stift ein Schreibsystem, bei dem geschriebener Text auf einen Rechner übertragen werden

kann. Der Schreibstift besteht aus einem Kugelschreiber mit einer integrierten digitalen Kamera. Ein Kraftsensor detektiert das Aufsetzen der Schreibmine auf ein Spezialpapier. Bei dem Spezialpapier handelt es sich um ein Papier mit einem aufgedruckten Punktemuster. Die integrierte digitale Kamera des Aoto-Schreibstiftes nimmt die Schreibbewegungen des Stiftes über dem Punktemuster wahr. Die Kamera nimmt eine Vielzahl von Bildern pro Sekunde auf. Jedes aufgenommene Bild wird mit dem darauffolgenden Bild verglichen und ein integrierter Prozessor errechnet daraus unter Berücksichtigung der Stifthaltung den Richtungswechsel und die Bewegungsstrecke der in dem Stift integrierten Schreibmine. Auf dem Aoto-Spezialpapier befinden sich eine Vielzahl aufgedruckter Punkte, die mit Tinte auf Kohlenstoffbasis aufgebracht sind und einen Abstand von weniger als 1mm zueinander aufweisen. Jedes Aoto-Spezialpapier besitzt ein anderes Punktemuster, so dass die einzelnen Seiten voneinander unterscheidbar sind. Eine Licht emittierende Diode (LED) beleuchtet die kohlenstoff-haltigen Tintenpunkte, die langwelliges Infrarotlicht absorbieren und somit für die integrierte Digitalkamera innerhalb des Aoto-Stiftes erkennbar sind. Durch das Aoto-Spezialpapier kann die Relativbewegung des Stiftes sowie die absolute Position des Stiftes auf dem Papier ermittelt werden.

Der Nachteil des Aoto-Stiftes besteht darin, dass ein spezielles Papier notwendig ist und dass die Stifthaltung vorgegeben ist. Darüber hinaus ist die Verfälschungssicherheit der Unterschriftenverifikation zu gering, da keine personenspezifische biometrische Daten ermittelt werden. Durch den Aoto-Schreibstift wird nicht der individuelle Schreibdruck auf die Schreibmine erfasst.

Neben der elektronischen Unterschriftenverifikation besteht ein zunehmender Bedarf zur elektronischen Erfassung handschriebener Texte bzw. Zeichen. Bei herkömmlichen Verfahren

zur Handschrifterkennung werden handgeführte Schreibbewegungen optisch erfasst und die ermittelten Schriftbilddaten werden anschließend mittels OCR-Verfahren in ASCII-Codedaten umgewandelt. Herkömmlicherweise werden bei der Erkennung eines geschriebenen Wortes mehrere mögliche Wortkandidaten selektiert. Die Anzahl der möglichen Wortkandidaten ist dabei umso höher, je undeutlicher die Handschrift ist und je mehr ähnliche Worte existieren. Aus den verschiedenen möglichen Wortkandidaten wird anschließend durch eine statistische Auswertung der wahrscheinlichste Wortkandidat ermittelt und ausgegeben. Die statistische Auswertung erfolgt wie bei der maschinellen Spracherkennung mittels sog. Wortfolgenstatistikprogramme, die anhand der vorangehenden erkannten Worte die statistische Wahrscheinlichkeit für das Auftreten des jeweiligen Wortkandidaten berechnen. Der am wahrscheinlichsten auftretende Wortkandidat wird selektiert und anschließend ausgegeben. Der Nachteil derartiger herkömmlicher Verfahren bei der Handschrifterkennung besteht darin, dass die Anzahl der möglichen Wortkandidaten in vielen Fällen sehr hoch ist, so dass die Erkennungsrate oft sehr niedrig ist.

Schreibsysteme zur Unterschriftenverifikation, zur Personenidentifikation bzw. -verifikation sowie zur Handschriften- und Spracherkennung müssen eine sehr hohe Verfälschungssicherheit und geringe Fehlerraten aufweisen. Darüber hinaus darf die technische Realisierung nicht allzu aufwendig sein, um ein breites Anwendungsgebiet zu ermöglichen.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein multifunktionales biometrisches akustisches Schreibsystem zu schaffen, das geringe Fehlerraten aufweist und eine sehr hohe Verfälschungssicherheit bietet, eine möglichst große Akzeptanz ermöglicht und sehr kostengünstig hergestellt werden kann.

6

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein biometrisches Schreibsystem mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

Das erfindungsgemäß biometrische Schreibsystem wird vorzugsweise als multifunktionales Eingabesystem in der Biometrie zur Personenidentifikation eingesetzt.

Das erfindungsgemäße Schreibsystem kann bei einem virtuellen Schreibtisch das Tablet eines PC's durch normales Schreibpapier als Eingabemedium ersetzen oder ergänzen. Das erfindungsgemäße Schreibsystem ist ferner in der Life Science zur Diagnose und Therapie, in der Medizin und in der Psychologie einsetzbar.

Die Erfindung betrifft ein biometrisches akustisches Schreibsystem mit einem Schreibstiftgehäuse zur Durchführung handgeführter Bewegungen auf einer Unterlage, mindestens einem in dem Schreibstiftgehäuse integrierten Mikrofon zur akustischen Erfassung von Schallsignalen, die durch die handgeführten Bewegungen hervorgerufen werden, und mit einer Datenverarbeitungseinheit zur Berechnung biometrischer Daten in Abhängigkeit von den erfassten Schallsignalen.

Das erfindungsgemäße biometrische, akustische Schreibsystem ermöglicht die Generierung von personenspezifischen biometrischen Referenzdaten, die für die Person einzigartig sind. Hierdurch ist es möglich, die Identität einer schreibenden Person zu verifizieren und durch Vergleich mit gespeicherten Referenzdaten sogar zu identifizieren.

Das erfindungsgemäß biometrische Schreibsystem ermöglicht zudem eine Handschriftenerkennung bzw. Handskizzenerkennung zur Ermittlung und Ausgabe von handgeschriebenen Zeichen in digitaler Form.

Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem enthält vorzugsweise eine Datenverarbeitungseinheit zur Rekonstruktion handgeschriebener Zeichen und Texte aus den erfassten Schallsignalen.

In dem Schreibstiftgehäuse ist vorzugsweise ein Schreibstift vorgesehen, der auf der Unterlage aufgesetzt und auf der Unterlage geführt wird.

Dies bietet den besonderen Vorteil, dass die Person ein natürliches Schreibgefühl hat, da sich das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem wie ein normales Schreibstiftgerät mit einer tintenführenden Schreibstiftmine verhält.

Das durch die Reibung des Schreibstiftes auf der Unterlage während der handgeführten Schreibbewegung hervorgerufene akustische Schreibgeräusch wird vorzugsweise als Körperschallsignal über den Schreibstift und/oder zusätzlich als Luftschallsignal über die Umgebungsluft durch das in dem Schreibstiftgehäuse integrierte Mikrofon übertragen.

Da das Schreibgeräusch nicht allein über die Umgebungsluft, sondern auch als Körperschallsignal übertragen werden kann, eignet sich das erfindungsgemäße Schreibsystem auch für Anwendungsgebiete in akustisch lauten Bereichen.

Das Mikrofon ist vorzugsweise zur Übertragung des Körperschallsignals mechanisch mit dem Schreibstift gekoppelt.

Dabei ist das Mikrofon bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform zur Übertragung des Körperschallsignals mechanisch mit einem mit dem Schreibstift verbundenen Klangkörper gekoppelt.

Der Klangkörper ist vorzugsweise als ein Résonator für bestimmte Eigenfrequenzen ausgelegt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems ist das Mikrofon in einer in dem Schreibstiftgehäuse vorgesehenen Luftschallkammer angeordnet.

Die Luftschallkammer ist vorzugsweise als ein Resonator für bestimmte Eigenfrequenzen ausgelegt.

Das Mikrofon ist zusammen mit den Resonatoren vorzugsweise von einer Schalldämmung umgeben, die zur Dämpfung von Umgebungsgereuschen vorgesehen ist und Schallsignale zum Mikrofon nur über den Schreibstift durchlässt.

Die Luftschallkammer ist über eine in dem Schreibstiftgehäuse vorhandenen Gehäuseöffnung mit der Umgebungsluft koppelbar.

Die Gehäuseöffnung ist vorzugsweise mittels einer mechanischen Verschlusseinrichtung zur Unterdrückung von Außengeräuschen schließbar.

Dies bietet dem Benutzer die Möglichkeit, durch Schließen der Öffnung Störgeräusche aus der Umgebung zu unterdrücken.

Das Mikrofon erfasst bei geöffneter Gehäuseöffnung vorzugsweise das durch die handgeführte Schreibbewegung hervorgerufene interne und externe Schreibgeräusch als Körper- und Luftschallsignal und/oder ein von einer Person stammendes Sprachsignal.

Der Schallkörper für das externe Schreibgeräusch wird vorzugsweise durch die Schreibunterlage gebildet.

9

Das Mikrofon bei geöffneter Gehäuseöffnung kann wahlweise durch ein akustisch nicht isoliertes zweites Mikrofon im Schreibstiftgehäuse ersetzt werden.

Durch die akustische Erfassung des Sprechsignals zusätzlich zur akustischen Erfassung des Schreibgeräusches kann die Fehlerrate bei der Erkennung der Person erheblich reduziert werden. Durch die Kombination der Auswertung des Sprechsignals und des Schreibgeräusches wird eine sehr hohe Erkennungssicherheit des biometrischen Schreibsystems erreicht.

Das Mikrofon wandelt die erfassten akustischen Schallsignale vorzugsweise in ein elektrisches Schallsignal um.

Das elektrische Schallsignal wird vorzugsweise durch einen Analog-/Digitalwandler in Schallsignaldaten zur digitalen Datenverarbeitung durch die Datenverarbeitungseinheit umgewandelt.

Dabei werden das Schreibgeräusch und das Sprechsignal gleichzeitig oder zeitlich hintereinander durch das Mikrofon erfasst.

Die erzeugten Schallsignaldaten sind vorzugsweise in einer Speichereinheit des biometrischen Schreibsystems abspeicherbar.

Die Schreibunterlage besteht vorzugsweise aus beliebigem Papier.

Dabei ist die Schreibunterlage vorzugsweise eine feste Unterlage, die eine bestimmte aufgeprägte Oberflächenrauigkeit und Härte aufweist.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des biometrischen, akustischen Schreibsystems ist in dem Schreibstiftgehäuse ein Lautsprecher zur Wiedergabe erfasster Mikrofonsignale, zur Wiedergabe gespeicherter biometrischer Referenzdaten und zur Wiedergabe gesprochener Informationen vorgesehen.

Vorzugsweise wird zusätzlich ein von der Person stammendes Sprachsignal akustisch erfasst und entsprechende Schallsignaldaten für die Sprechererkennung oder Spracherkennung erzeugt.

Das Schreibgeräusch selbst kann ebenfalls mit den Algorithmen und Verfahren der Sprecher- und Spracherkennung ausgewertet werden.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen biometrischen, akustischen Schreibsystems bzw. akustomechanischen Schreibsystem, ist ferner eine zweite Sensoreinrichtung vorgesehen, die die Schreibdynamik über den statischen und dynamischen Druck und die Schreibgeschwindigkeit über die Schwingung des Schreibstiftes des auf der Unterlage aufgesetzten und handgeführten Schreibgerätes erfasst.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen biometrischen, akustischen Schreibsystems bzw. akustomechanischen Schreibsystem, sind mindestens drei Sensoren zur gleichzeitigen Erfassung der auftretenden Schreibkräfte und Schwingungen der Schreibmine in drei Raumrichtungen vorgesehen.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen biometrischen akustischen Schreibsystems bzw. akustomechanischen Schreibsystems, ist ferner ein Neigungssensoreinrichtung vorgesehen, die die Neigung des auf der Unterlage aufgesetzten und handgeführten Schreibgerätes bestimmt und somit vorwiegend die Fingermotorik beim Schreiben erfasst.

○ 11 ○

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des biometrischen Schreibsystems ist zusätzlich eine optische Sensoreinrichtung vorgesehen, die Positionsdaten der handgeführten Schreibstiftbewegung über Bildsignale von der Oberfläche der Schreibunterlage erfasst.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des biometrischen Schreibsystems ist ferner eine Druck-Sensoreinrichtung vorgesehen, die den statischen und dynamischen Druck des auf der Unterlage aufgesetzten und handgeführten Schreibstiftes erfasst.

Das Mikrofon ist vorzugsweise eine Elektrett-Mikrofon, ein piezoelektrisches Mikrofon, ein piezoresistives Mikrofon oder ein kapazitives Mikrofon.

In dem Schreibstift des biometrischen Schreibsystems ist vorzugsweise eine auswechselbare Schreibstiftmine vorgesehen.

Diese Schreibstiftmine ist vorzugsweise mittels einer Schalteinrichtung aus dem Schreibstift ausfahrbar.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems weist die optische Sensoreinrichtung eine Abbildungsoptik zur Abbildung der Unterlagenoberfläche und eine Wandlereinrichtung zur Umwandlung des optischen Abbildungssignals in ein elektrisches Signal auf.

Die Abbildungsoptik besteht dabei vorzugsweise aus optischen Linsen und/oder Glasfasern.

Bei der Wandlereinrichtung handelt es sich vorzugsweise um eine CCD-Kamera oder ein Photodiodenarray.

12

Ferner ist vorzugsweise eine Diodenlichtquelle zur Beleuchtung der Unterlagenoberfläche vorgesehen.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist zusätzlich eine Laserdiode zur Beleuchtung der Unterlagenoberfläche und eines in den Stift integrierten optischen Gitters vorgesehen.

Die optische Sensoreinrichtung erfasst vorzugsweise die mit dem Schreibstift durchgeführten Bewegungen durch Vergleich der zeitlich versetzten aufgenommenen Bildfolgen der Unterlagenoberfläche.

Bei einer alternativen Ausführungsform erfasst die optische Sensoreinrichtung die mit dem Schreibstift durchgeführten Bewegungen durch Vergleich der zeitlich versetzten, aufgenommenen Bildfolgen der Interferenzen des an dem Gitter und der Unterlagenoberfläche reflektierten Laserlichtes.

Die Schreibstiftmine gibt bei einer bevorzugten Ausführungsform in einem ausgefahrenen Zustand auf die Unterlage bei Durchführung der handgeführten Bewegungen eine Schreibflüssigkeit ab, die die Strukturierung der Unterlagenoberfläche erhöht, so dass die optische Erfassung der handgeführten Bewegungen mittels der optischen Sensoreinrichtung erleichtert und über das Tintenschriftbild auf der Unterlage eine natürliche Schreibweise hervorgerufen wird.

Die Datenverarbeitungseinheit ist vorzugsweise in dem Schreibstiftgehäuse oder in einer externen Empfangseinheit integriert.

Bei der externen Empfangseinheit handelt es sich dabei vorzugsweise um einen Computer, ein Mikrokontroller, ein Handy, einen Kreditkartenleser, ein Faxgerät oder um einen Drucker.

Die erfassten Schallsignale, die optischen Bewegungsdaten und die erfassten mehrdimensionalen Druckdaten werden vorzugsweise über eine Datenübertragungsstrecke von dem Schreibstiftgehäuse an die in externe Empfangseinheit integrierte Datenverarbeitungseinheit übertragen.

Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem weist vorzugsweise eine in dem Schreibstiftgehäuse enthaltene Verschlüsselungseinheit zur Verschlüsselung von Schallsignalen, optischen Bewegungsdaten und Druckdaten auf.

Die Datenübertragungsstrecke ist dabei vorzugsweise drahtgebunden oder drahtlos.

Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem weist vorzugsweise einen Datenspeicher zum Abspeichern von biometrischen Referenzdaten, von Positionsdaten der Schreibbewegung und von gesprochenen Informationen auf.

Die biometrischen Referenzdaten werden vorzugsweise durch die Datenverarbeitungseinheit aus den beim Schreiben und Sprechen eines Wortes erfassten Schallsignalen, aus optischen Bewegungsdaten und mechanischen Druckdaten berechnet und in dem Referenzdatenspeicher abgelegt.

Bei dem Referenzdatenspeicher handelt es sich vorzugsweise um einen Mikrochip eines Personalausweises, einer Kreditkarte, um eine Berechtigungsmagnetkarte oder um eine Speichereinheit eines Computers oder des biometrischen Schreibsystems.

Bei den geschriebenen und gesprochenen Wörtern und Zeichen handelt es sich vorzugsweise um Pincodes, Passwörter, Namen oder um Texte.

Die Positionsdaten der Schreibbewegung werden vorzugsweise aus dem beim Schreiben eines Wortes erfassten Schallsignalen, optischen Bewegungsdaten und mechanischen Druckdaten berechnet und in dem Datenspeicher zur Handschriftenerkennung abgelegt.

Der Referenzdatenspeicher ist dabei vorzugsweise in dem Schreibstiftgehäuse integriert.

Die in der externen Empfangseinheit integrierte Datenverarbeitungseinheit ist vorzugsweise an einen Referenzdatenspeicher angeschlossen.

Der externe Empfangseinheit weist bei einer bevorzugten Ausführungsform des biometrischen Schreibsystems eine Leseinheit zum Lesen eines tragbaren von biometrischen Referenzdaten auf.

Der externe Empfangseinheit ist vorzugsweise über ein Daten-Netzwerk an eine Datenbank mit einem Referenzdatenspeicher verbunden.

Bei dem Datennetzwerk handelt es sich vorzugsweise um das Internet.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des biometrischen Schreibsystems vergleicht die Datenverarbeitungseinheit die berechneten aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten biometrischen Referenzdaten zu deren Verifikation und Identifikation.

Die Datenverarbeitungseinheit erzeugt bei weitgehender Übereinstimmung der aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten Referenzdaten ein Identifikations- bzw. Verifikationsanzeigesignal.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des biometrischen Schreibsystems gemäß der Erfindung erkennt die Datenverarbeitungseinheit bei vollständiger Übereinstimmung der aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten biometrischen Referenzdaten die aktuellen biometrischen Daten als Raubkopie der gespeicherten Referenzdaten und erzeugt ein entsprechendes Warnsignal.

Die Datenverarbeitungseinheit erzeugt bei Abweichen der aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten biometrischen Referenzdaten ein Abweichungsanzeigesignal.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des biometrischen Schreibsystems weist dieses mindestens einen Aktor auf, der nach Erzeugen des Identifikations- bzw. Verifikationsanzeigesignals betätigt wird.

Die Erfindung schafft ferner ein Verfahren zur Generierung von personenspezifischen biometrischen Referenzdaten mit den folgenden Schritten:

Akustisches Erfassen von handgeführten Schreibbewegungen, die mit einem Schreibstift auf einer Unterlage beim Schreiben eines Zeichens, eines Wortes oder einer Wortfolge durch eine Person durchgeführt werden, und Erzeugen entsprechender Schallsignaldaten;

Speichern der erzeugten Schallsignaldaten als digitales Schall-Zeitsignal;

Berechnen von zugehörigen Frequenzspektren als Spektrogramm aus den zeitsegmentierten Schallsignaldaten mittels schneller Fouriertransformation;

Bestimmung von Amplituden-Zeitsignalen ausgewählter Frequenzen zur Erfassung der Amplitudendynamik in dem berechneten Spektrogramm;

Berechnen eines zugehörigen Frequenzspektrums aus den ausgewählten Amplituden-Zeitsignalen mittels schneller Fouriertransformation;

Bestimmen von ersten biometrischen Daten aus der Schall- und Schwingungsintensität der digitalen Zeitsignale mittels Merkmalsextraktion;

Bestimmen von zweiten biometrischen Daten aus dem berechneten Spektrogramm der zeitsegmentierten Schall- und Schwingungszeitsignale mittels Merkmalsextraktion.

Bestimmen von dritten aktuellen biometrischen Daten mittels Merkmalsextraktion aus dem berechneten Frequenzspektrum der Amplituden-Zeitsignale;

Bestimmen von vierten aktuellen biometrischen Daten mittels Merkmalsextraktion aus erfassten dynamischen Schreibdruck-, Schwingungs- und Neigungsdaten.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens zur Generierung von personenspezifischen biometrischen Referenzdaten werden die Verfahrensschritte mehrmals durchgeführt und die jeweils bestimmten Referenzdaten statistisch ausgewertet, wobei die ausgewerteten Daten als personenspezifische Referenzdaten verschlüsselt und anschließend abgespeichert werden.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform werden die statistisch ausgewerteten, personenspezifischen Referenzdaten in einem Mikrochip eines Personalausweises, in einem Mikrochip einer Kreditkarte, in eine Berechtigungsmagnetkarte oder in die Speichereinheit eines Computers bzw. eines Schreibsystems abgespeichert.

Vorzugsweise werden zusätzlich ein von der Person stammendes Sprechsignal akustisch erfasst und entsprechende Schallsignaldaten erzeugt.

Darüber hinaus werden bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Generierung von personenspezifischen, biometrischen Referenzdaten die bei der durchgeführten Schreibbewegung des Schreibstiftes in mindestens einer Raumrichtung auftretenden Schreibkräfte durch Drucksensoren erfasst und entsprechend mindestens eindimensionale Schreibdruckdaten erzeugt.

Ferner werden vorzugsweise die beim Schreiben eines Zeichens, eines Wortes oder einer Zeichen-/Wortfolge mit dem Schreibstift auf der Unterlage handgeführten Schreibbewegungen optisch erfasst und entsprechende Schreibbewegungsdaten erzeugt.

Die biometrischen Referenzdaten werden vorzugsweise aus der Schallintensität des digitalen Zeitschallsignals mittels Merkmalsextraktion, aus dem berechneten Frequenzspektrum des Schallzeitsignals mittels Merkmalsextraktion sowie aus den beim Schreiben und Sprechen eines Wortes erzeugten optischen Bewegungsdaten und Schreibdruckdaten bestimmt und in dem Referenzdatenspeicher als personenspezifische biometrische Referenzdaten verschlüsselt abgespeichert.

Es erfolgt vorzugsweise eine Datenreduktion der statischen und dynamischen Schreibbewegungsdaten, der Schreibdruckdaten, der optischen Bewegungsdaten und der Schallsignaldaten mittels Clusterbildung.

Aus den datenreduzierten Clusterdaten werden vorzugsweise Merkmalsparameter extrahiert.

Die generierten biometrischen Referenzdaten werden vorzugsweise innerhalb oder außerhalb des Schreibstiftes abgespeichert.

Die Erfindung schafft ferner ein Verfahren zur Verifikation einer Person mit den folgenden Schritten,

akustisches Erfassen von handgeführten Schreibbewegungen, die mit einem Schreibstift auf einer Unterlage beim Schreiben eines Zeichen, eines Wortes oder einer Wortfolge durch die Person durchgeführt werden und Erzeugen entsprechender Schallsignal-
daten;

Erzeugen von Schreibdruck-Signal-
daten für Schreibdruck und von Schwingungssignal-
daten für Schwingungen, die von dem Schreibstift auf mindestens einen Druck- und Schwingungssensor übertragen werden;

Speichern der erzeugten Signal-
daten als digitale Zeitsignale;
Berechnen von Frequenzspek-
tren als Spektrogramm aus den ge-
speicherten zeitsegmentierten Schall- und Schwingungszeitsig-
nalen mittels schneller Fouriertransformation;

Bestimmen von Amplituden-Zeitsignalen ausgewählter Frequenzen zur Erfassung der Amplitudendynamik in dem Spektrogramm der Schall- und Schwingungszeitsignale; Berechnen eines zugehörigen Frequenzspektrums aus den ausgewählten Amplituden-Zeitsignalen mittels schneller Fouriertransformation.

Dabei werden vorzugsweise zusätzlich ein von der Person stammendes Sprechsignal akustisch erfasst und entsprechende Schallsignal-
daten erzeugt.

Dabei wird vorzugsweise zusätzlich ein von der Person stammendes Sprechsignal akustisch erfasst und entsprechende Schall-
signal-
daten erzeugt.

Vorzugsweise wird zusätzlich ein von der Person stammendes Sprechsignal akustisch erfasst, und es werden entsprechende Schallsignal-
daten erzeugt.

Die beim Schreiben oder Skizzieren eines Zeichens, eines Wortes oder einer Zeichen-/Wortfolge mit dem Schreibstift auf der Unterlage handgeführten Schreibbewegungen werden vorzugsweise

zusätzlich optisch erfasst und entsprechende Positionsdaten erzeugt.

Vorzugsweise werden zusätzlich die bei der durchgeführten Schreibbewegung des Schreibstiftes in mindestens einer Raumrichtung auftretenden Kräfte durch Drucksensoren erfasst und entsprechende, mindestens eindimensionale Schreibdruckdaten erzeugt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Zeichen, das Wort oder die Wortfolge aus der Folge selektierter Referenzmerkmalsvektoren, aus den Positionsdaten und aus den Schreibdruckdaten mittels statistischer, konnektionistischer und wissensbasierter Verfahren ermittelt.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden das ermittelte Zeichen der ausführenden Person zu deren Kontrolle optisch und/oder akustisch rückgemeldet.

Die generierten personenspezifischen Referenzdaten werden vorzugsweise zur Ermittlung psychologischer und/oder physiologischer Merkmale der Person ausgewertet.

Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem ist vielfach einsetzbar.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird das biometrische Schreibsystem als Computereingabeeinrichtung verwendet.

Bei einer alternativen Verwendung wird das erfindungsgemäß Schreibsystem als Spracheingabeeinrichtung, insbesondere als Diktiergerät, verwendet.

Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem wird vorzugsweise zur Erkennung neuromotorischer Bewegungsstörungen einer Person verwendet.

Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem wird ferner vorzugsweise als Therapiesystem zur Behebung neuromotorischer Bewegungsstörungen einer Person eingesetzt.

Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem wird ferner vorzugsweise als graphologisches System zur Ermittlung psychologischer/physiologischer Merkmale einer Person verwendet.

Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem wird vorzugsweise als Schulungssystem zur Erlernen von Schreiben eingesetzt.

Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem wird vorzugsweise als Schulungssystem zum Erlernen einer Sprache verwendet.

Des Weiteren werden bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems und des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Personenidentifikation, zur Personenverifikation, zur Generierung biometrischer Referenzdaten sowie zur Handschriften- und Handskizzenerkennung unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren zur Erläuterung erfindungswesentlicher Merkmale beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Abbildung zur Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems;

- Fig. 2 eine Schnittansicht durch ein Schreibstiftgehäuse des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems;
- Fig. 3a-3e eine Schnittansicht durch Schreibstiftgehäuse gemäß bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems;
- Fig. 4 ein Ablaufdiagramm zur Erläuterung der Handschrifterkennung mittels des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems;
- Fig. 5 eine Skizze zur Erläuterung einer optischen bzw. akustischen Rückmeldung für die schreibende Person;
- Fig. 6 akustisch erfasste Schreibgeräusche bei unterschiedlicher Schreibgeschwindigkeit auf Karton und Schreibpapier;
- Fig. 7 ein akustisch erfasstes Schall-Zeitsignal beim dreifachen Schreiben des Buchstabens "a";
- Fig. 8 ein akustisch erfasstes Schall-Zeitsignal beim dreifachen Schreiben des Buchstabens "b";
- Fig. 9 Frequenzsignale beim Schreiben der Buchstaben "a" bzw. "b" im Zeitverlauf;
- Fig. 10 ein Amplitudenfrequenzsignal beim Schreiben eines zugehörigen Buchstabens "a";
- Fig. 11 dynamisches Verhalten einiger Frequenzlinien beim Schreiben des Buchstabens "a";
- Fig. 12 dynamischer Verhalten einiger Frequenzlinien beim Schreiben des Buchstabens "b";

Fig. 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems 1. Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem 1 umfasst einen Schreibstift 2, der in einem Schreibstiftgehäuse 3 integriert ist. Der Schreibstift 2 dient zur Durchführung handgeführter Bewegungen auf einer Unterlage 4. Bei der Unterlage 4 kann es sich um eine beliebige Unterlage mit beliebiger Oberfläche handeln. Vorzugsweise handelt es sich bei der Unterlage 4 um Papier. Die Schreibunterlage 4 ist vorzugsweise eine feste Unterlage, die eine bestimmte aufgeprägte Oberflächenrauhigkeit und Härte aufweist.

Der Schreibstift 2 enthält vorzugsweise eine austauschbare Schreibstiftmine, die mittels einer nicht dargestellten mechanischen Schalteinrichtung aus dem Schreibstift 2 ausfahrbar ist. Das Schreibstiftgehäuse 3 dient zur Durchführung handgeführter Bewegungen auf der Unterlage 4. Dabei wird zur Vermittlung eines normalen Schreibgefühls durch den Schreibstift 2 und dessen Schreibstiftmine eine Schreibflüssigkeit auf die Unterlage 4 zur optischen Rückkopplung für die schreibende Person abgegeben. Beim Aufsetzen des Schreibstiftes 2 auf der Unterlage und dessen Bewegung auf der Oberfläche entstehen Schreibgeräusche. In dem Schreibstiftgehäuse 3 ist bei dem erfindungsgemäßen Schreibsystem 1 mindestens ein Mikrofon 5 zur akustischen Erfassung von Schallsignalen vorgesehen. Das Mikrofon 5 erfasst die Schallsignale, die durch die handgeführten Bewegungen hervorgerufen werden, d.h. das durch die Schreibbewegung hervorgerufene Schreibgeräusch. Die durch die Reibung des Schreibstiftes 2 auf der Unterlage 4 während der handgeführten Schreibbewegung hervorgerufenen akustischen Schreibgeräusche werden einerseits als Körperschallsignal über den Schreibstift 2 und andererseits als Luftschallsignal über die Umgebungsluft zu dem Mikrofon 5 übertragen. Dabei ist das Mikrofon 5 zur Übertragung des Körperschallsignals mechanisch mit

dem Schreibstift 2 gekoppelt. Bei der in Fig. 1 dargestellten bevorzugten Ausführungsform ist das Mikrofon 5 zur Übertragung des Körperschallsignals mechanisch mit einem mit dem Schreibstift 2 verbundenen Klangkörper 6 gekoppelt. Der Klangkörper 6 ist vorzugsweise als ein Resonator für bestimmte Eigenfrequenzen ausgelegt.

Wie in Fig. 1 dargestellt, befindet sich das Mikrofon 5 in einer in dem Schriftstiftgehäuse 3 vorgesehenen Luftschallkammer 7. Die Luftschallkammer 7 ist vorzugsweise als ein Resonator für bestimmte Eigenfrequenzen ausgelegt. Das Mikrofon 5 ist von einer Schalldämmung 8a, 8b umgeben, die zur Dämpfung von Umgebungsgeräuschen vorgesehen ist und lediglich Schallsignale von dem Klangkörper 6 und der Luftschallkammer 7 durchlässt. Die Luftschallkammer 7 ist über eine in dem Schreibstiftgehäuse 3 vorhandene Gehäuseöffnung mit der Umgebungsluft koppelbar. Dabei ist die Gehäuseöffnung vorzugsweise mittels einer mechanischen Verschlusseinrichtung 9 zur Unterdrückung von Außengeräuschen schließbar. Das Mikrofon 5 erfasst bei geöffneter Gehäuseöffnung das durch die handgeführte Schreibbewegung hervorgerufene interne und externe Schreibgeräusch als Körpers- und Luftschallsignal und zusätzlich ein von einer Person stammendes Sprechsignal. Das Mikrofon 5 wandelt die erfassten akustischen Schallsignale in ein elektrisches Schallsignal um. Das elektrische Schallsignal wird durch einen Analog-/Digitalwandler in Schallsignaldaten zur digitalen Datenverarbeitung umgewandelt. Die digitalen Signaldaten werden über eine Signalleitung 10 einer Datenverarbeitungseinheit 11 zur weiteren Datenverarbeitung zugeführt. Das beim Schreiben erzeugte Schreibgeräusch und das gegebenenfalls von der Person zusätzlich empfangene Sprechsignal werden entweder gleichzeitig oder zeitlich hintereinander durch das Mikrofon 5 erfasst und in entsprechende Schallsignaldaten umgewandelt. Die der Datenverarbeitungseinheit 11 zugeführten Schallsignaldaten werden vorzugsweise in einer dafür vorgesehenen Speicherein-

heit 12, die mit der Datenverarbeitungseinheit 11 über Leitungen 13 verbunden ist, gespeichert.

Neben dem Mikrofon 5 als akustischem Sensor weist das in Fig. 1 dargestellte, erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem 1 vorzugsweise zusätzlich eine optische Sensoreinrichtung 14 auf, die Positionsdaten der handgeführten Schreibstiftbewegung über Bildsignale von der Oberfläche der Schreibunterlage 4 erfasst. Die optische Sensoreinrichtung ist über eine Signalleitung 15 ebenfalls an die Datenverarbeitungseinheit 11 angeschlossen.

Bei dem Mikrofon 5 kann es sich beispielsweise um ein Elektrett-Mikrofon, ein piezoelektrisches Mikrofon, ein piezoresistives Mikrofon oder ein kapazitives Mikrofon handeln. Die optische Sensoreinrichtung 14 enthält vorzugsweise eine Abbildungsoptik zur Abbildung der Unterlagenoberfläche und eine Wandlereinrichtung zur Umwandlung des optischen Abbildungssignals in ein elektrisches Signal. Das elektrische Signal wird durch einen Analog-/Digitalwandler in Positionsdaten bzw. Bewegungsdaten umgewandelt und über die Signalleitung 15 an die Datenverarbeitungseinheit 11 abgegeben. Die Abbildungsoptik der optischen Sensoreinrichtung 14 besteht vorzugsweise aus optischen Linsen und/oder Glasfasern. Bei der Wandlereinrichtung kann es sich um eine CCD-Kamera oder ein Photodiodenarray handeln. Vorzugsweise ist zusätzlich eine Diodenlichtquelle zur Beleuchtung der Unterlagenoberfläche vorgesehen. Ferner ist eine Laserdiode zur Beleuchtung eines in dem Stift integrierten optischen Gitters vorgesehen. Die optische Sensoreinrichtung 14 erfasst die mit dem Schreibstift 2 durchgeführten Bewegungen durch Vergleich der zeitlich versetzten aufgenommenen Bildfolgen, die die Oberfläche der Unterlage zeigen. Alternativ dazu kann die optische Sensoreinrichtung 14 auch derart ausgelegt sein, dass sie die mit dem Schreibstift 2 durchgeführten Bewegungen durch Vergleich der zeitlich versetzten

aufgenommenen Bildfolgen der Interferenzen des an dem Gitter und der Unterlagenoberfläche reflektierten Laserlichtes erfasst.

Die Schreibstiftmine gibt im ausgefahrenen Zustand auf die Unterlage 4 bei Durchführung der handgeführten Bewegungen eine Schreibflüssigkeit ab, die die Strukturierung der Oberfläche erhöht, so dass die optische Erfassung der handgeführten Bewegungen mittels der optischen Sensoreinrichtung 14 erleichtert wird. Ferner wird über das Tintenschriftbild auf der Unterlage bei der schreibenden Person eine natürliche Schreibweise bewirkt.

Die Datenverarbeitungseinheit 11 ist, wie in Fig. 1 dargestellt, in dem Schreibstiftgehäuse 3 integriert. Bei einer alternativen Ausführungsform kann die Datenverarbeitungseinheit auch in einer externen Empfangseinheit integriert sein. Eine derartige Empfangseinheit ist beispielsweise ein Computer, ein Mikrokontroller, ein Handy, ein Kreditkartenleser, ein Faxgerät oder ein Drucker.

Die durch das Mikrofon 5 erfassten Schallsignaldaten und die durch die optische Sensoreinrichtung 14 erfassten Bewegungsdaten werden, sofern sich Datenverarbeitungseinheit extern in einem lokalen Rechner befindet, über eine Datenübertragungsstrecke 18 von dem Schreibstiftgehäuse 3 an diesen lokalen Rechner 20 übertragen. Die Datenverarbeitungseinheit 11 ist, wie in Fig. 1 zu erkennen, über eine Signalleitung 16 an eine nachgeschaltete Verschlüsselungseinheit 17 angeschlossen. Die Verschlüsselungseinheit 17 dient zur Verschlüsselung der von der Datenverarbeitungseinheit 11 innerhalb des Schreibstiftgehäuses 1 abgegebenen Schallsignaldaten und der erfassten optischen Bewegungsdaten. Die verschlüsselten Daten werden über die Datenübertragungsstrecke 18, die drahtlos oder drahtgebunden ist, an eine Datenverarbeitungseinheit 19 innerhalb des

lokalen Rechners 20 übertragen. Der lokale Rechner 20 verfügt neben der Datenverarbeitungseinheit 19 über einen Speicher 21 und eine Anzeige 22, die jeweils über Signalleitungen 23, 24 mit der Datenverarbeitungseinheit 19 verbunden sind. Die Datenverarbeitungseinheit 19 des lokalen Rechners 20 ist ferner über Leitungen 25 mit einer Leseinheit 26 verbunden. Darüber hinaus steuert die Datenverarbeitungseinheit 19 des lokalen Rechners 20 über Steuerleitungen 27 einen Aktor 28, beispielsweise eine Sicherheitstür. Die Datenverarbeitungseinheit 19 ist über eine Leitung 29 mit einem Datennetzwerk 30 verbunden, an dem eine externe Datenbank 31 angeschlossen ist. Bei dem Datennetzwerk 30 handelt es sich vorzugsweise um das Internet.

Das in Fig. 1 dargestellte biometrische Schreibsystem 1 enthält eine akustische Sensoreinrichtung 5 und eine optische Sensoreinrichtung 14. Bei einer bevorzugten Ausführungsform weist das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem 1 zusätzlich eine Drucksensoreinrichtung auf, die den statischen und dynamischen Druck des auf der Unterlage 4 aufgesetzten handgeführten Schreibstiftes erfasst und entsprechende Schreibdruckdaten an die Datenverarbeitungseinheit 11 abgibt. Die erfassten Schallsignaldaten, die optischen Bewegungsdaten und die erfassten mehrdimensionalen Druckdaten werden von der Datenverarbeitungseinheit 11 nach entsprechender Verschlüsselung durch die Verschlüsselungseinheit 17 über die Datenübertragungsstrecke 18 von dem Schreibstiftgehäuse 3 an die in dem lokalen Rechner 20 integrierte Datenverarbeitungseinheit 19 übertragen. Aus den erfassten Schallsignaldaten, den optischen Bewegungsdaten und aus den mechanischen Schreibdruckdaten werden durch die Datenverarbeitungseinheit, die sich innerhalb oder außerhalb des Schreibstiftgehäuses 3 befindet, biometrische Referenzdaten berechnet und in einem Referenzdatenspeicher, beispielsweise in dem Speicher 12 oder dem Speicher 21, abgelegt. Bei dem Referenzdatenspeicher kann es sich bei alternativen Ausführungsformen um einen Speicher innerhalb eines



Personalausweises, einer Kreditkarte, um eine Berechtigungsmagnetkarte oder um eine Speichereinheit eines beliebigen Computers handeln. Die geschriebenen Wörter und Zeichen, deren Schreibgeräusche durch das Mikrofon 5 akustisch erfasst und als Schallsignaldaten abgegeben werden, sind insbesondere geschriebene Pincodes, Passwörter, Namen oder handgeschriebene Texte. Das durch die Person geschriebene Zeichen kann gleichzeitig durch die Person gesprochen werden und als Sprechsignal ebenfalls durch das Mikrofon 5 erfasst werden.

Die in dem lokalen Rechner 20 vorgesehene Leseinheit 26 dient beispielsweise zum Lesen eines tragbaren Speichermediums für biometrische Referenzdaten. In der Datenverarbeitungseinheit 31 können berechnete, aktuelle biometrische Daten mit gespeicherten biometrischen Referenzdaten für eine Verifizierung und Identifikation verglichen werden. Bei weitgehender Übereinstimmung der aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten Referenzdaten erzeugt die Datenverarbeitungseinheit 11 bzw. 19 ein Identifikations- bzw. Verifikationsanzeigesignal. Dabei wird auf die Datenverarbeitungseinheit 19 nach Erzeugen des Identifikations- bzw. Verifikationsanzeigesignals ein Akteur, beispielsweise eine Sicherheitstür, betätigt.

Erkennt die Datenverarbeitungseinheit 11 bzw. 19 eine vollständige Übereinstimmung der aktuellen biometrischen Daten mit gespeicherten biometrischen Referenzdaten, werden die aktuellen biometrischen Referenzdaten durch die Datenverarbeitungseinheit 11, 19 als Raubkopie der gespeicherten Referenzdaten erkannt und ein entsprechendes Warnsignal wird erzeugt.

Die gespeicherten personenspezifischen biometrischen Referenzdaten werden zunächst durch das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem 1 für spätere Vergleiche generiert. Die Generierung der personenspezifischen biometrischen Referenzdaten erfolgt wie folgt. Zunächst werden die handgeführten Schreibbe-

wegungen, die mit dem Schreibstift 2 auf der Unterlage beim Schreiben eines Zeichens, eines Wortes oder einer Wortfolge durch eine Person durchgeführt werden, akustisch erfasst, d.h. das Schreibgeräusch wird durch das Mikrofon 5 akustisch erfasst. Das Mikrofon 5 generiert nach Analog-/Digitalumsetzung Schallsignaldaten, die an die Datenverarbeitungseinheit 11 abgegeben werden. Die Schallsignaldaten werden als digitales Schallzeitsignal gespeichert und aus dem gespeicherten Schallzeitsignal wird ein zugehöriges Frequenzspektrum mittels Fourier-Transformation berechnet. Mittels Merkmalsextraktion werden aus der Schallintensität des gespeicherten digitalen Schallzeitsignals erste biometrische Referenzdaten bestimmt. Aus dem berechneten Frequenzspektrum des Schallzeitsignals werden mittels Merkmalsextraktion zweite biometrische Referenzdaten bestimmt. Diese Verfahrensschritte werden vorzugsweise mehrfach durchgeführt, und die jeweils bestimmten Referenzdaten werden statistisch ausgewertet, wobei die ausgewerteten Daten als personenspezifische Referenzdaten verschlüsselt abgespeichert werden. Die statistisch ausgewerteten, personenspezifischen Referenzdaten werden vorzugsweise in einem Mikrochip eines Personalausweises, einem Mikrochip einer Kreditkarte, in eine Berechtigungsmagnetkarte oder in die Speichereinheit eines Computers bzw. Schreibsystems abgespeichert. Neben dem Schreibgeräusch kann das Mikrofon 5 zusätzlich ein von der Person stammendes Sprechsignal akustisch erfassen und entsprechende Schallsignaldaten an die Datenverarbeitungseinheit 11 abgeben. Vorzugsweise werden zusätzlich durch die optische Sensoreinrichtung 14 die handgeführten Schreibbewegungen optisch erfasst und entsprechende Schreibbewegungsdaten erzeugt, die an die Datenverarbeitungseinheit 11 abgegeben werden. Darüber hinaus werden vorzugsweise die bei der durchgeführten Schreibbewegung des Schreibstiftes 2 auftretenden Schreibkräfte über nicht dargestellte Drucksensoren erfasst, und entsprechend mindestens eindimensionale Schreibdruckdaten an die Datenverarbeitungseinheit 11 abgegeben. Die Datenverar-



beitungseinheit 11 bestimmt die biometrischen Referenzdaten aus der Schallintensität des digitalen Zeitschallsignals mittels Merkmalsextraktion, aus dem berechneten Frequenzspektrum des Schallzeitsignals mittels Merkmalsextraktion sowie aus den beim Schreiben und Sprechen eines Wortes erzeugten optischen Bewegungsdaten und erzeugten Schreibdruckdaten. Vorzugsweise erfolgt anschließend eine Datenreduktion der statischen und dynamischen Schreibbewegungsdaten, der Schreibdruckdaten, der optischen Bewegungsdaten und der Schallsignaldaten mittels Clusterbildung. Aus den datenreduzierten Clusterdaten werden anschließend Merkmalsparameter extrahiert.

Fig. 2 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform eines Schreibstiftes 2 des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems 1. Das in Fig. 2 dargestellte Schreibstiftgehäuse 3 ist beispielsweise ein gewöhnliches Kugelschreibergehäuse. In dem Schreibstiftgehäuse 3 befindet sich ein Schreibstift 2 mit integrierter Schreibstiftmine. Der Schreibstift 2 ist mechanisch mit einem Klangkörper 6 zur Übertragung von Körperschallsignalen verbunden. Die Aufnahme des Schreibgeräusches durch das Mikrofon 5 erfolgt über den Schreibstift 2 und den Klangkörper 6. Bei einer alternativen Ausführungsform kann der Schreibstift 2 selbst als Klangkörper dienen. Zusätzlich zu dem Schreibgeräusch kann das Mikrofon 5 ein von einer Person stammendes Sprechsignal akustisch erfassen, wenn die Luftschaltkammer 7 bzw. das akustische Fenster durch Öffnen einer Verschlusseinrichtung mit der Umgebung verbunden wird. Die Erfassung des Schreibgeräusches und des Sprechsignals kann gleichzeitig oder zeitlich hintereinander durch das Mikrofon 5 erfolgen. Bei der in Fig. 2 dargestellten bevorzugten Ausführungsform ist das Mikrofon 5 ein Elektrett-Mikrofon. Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform ist zusätzlich in dem Schreibstiftgehäuse 3 ein Lautsprecher 32 vorgesehen. Der Lautsprecher 32 dient zur Wiedergabe erfasster Mikrofonsignale, und darüber hinaus kann der Lautsprecher 32 zur Wiedergabe

gespeicherter biometrischer Referenzdaten und zur Wiedergabe gesprochener Informationen eingesetzt werden. Bei dem Lautsprecher 32 handelt es sich vorzugsweise um einen miniaturisierten handelsüblichen Lautsprecher.

Beim Schreiben bzw. bei der Bewegung des Schreibstiftes 2 auf der Unterlage 4 entsteht ein akustisches Schreibsignal bzw. ein Schreibgeräusch. Der Schreibstift 2 kann aus einer Kugelschreibermine, einer Tintenfeder oder einem Stab mit definierter Spitze bestehen. Die Unterlage 4 besteht beispielsweise aus Papier oder aus einer Auflage mit natürlicher und zusätzlich aufgeprägter Oberflächenrauigkeit und Härte. Die Oberflächenrauigkeit der Unterlage 4 führt beim Schreiben des Schreibstiftes 2 zu statistisch angeregten, erzwungenen Schwingungen der Unterlage und des Schreibstiftes, d.h. es entstehen statistische Schreibkratz- und Schabgeräusche. Daraus werden je nach Auslegung des Schreibgerätes und der Unterlagen Luftschallwellen und/oder Körperschallwellen hervorgerufen und auf das Mikrofon 5 innerhalb des Schreibschriftgehäuses 3 übertragen. Der Stift 2 mit dem Gehäuse 3 als Klangkörper sowie die Luftschallkammer 7 in dem Schreibstiftgehäuse 3 sind optimal nach den Gesetzmäßigkeiten der Akustik auslegbar werden. Der Klangkörper 6 und der Luftschallraum 7 werden vorzugsweise als Resonatoren mit bestimmten Frequenzen festgelegt. Dabei werden vorzugsweise Frequenzen verwendet, die beim Schreiben den größten dynamischen Bereich in der Amplitudenänderung aufweisen.

Beim Schreiben des Schreibstiftes 2 gibt das Mikrofon 5 ein Schallzeitsignal ab, das deutlich über dem Rauschsignal liegt und dessen Schallintensität empfindlich von der Schreibgeschwindigkeit und zu einem sehr geringen Teil von der unterschiedlichen Rauigkeit der Schreibunterlage und dem unterschiedlichen mittleren Auflagedruck der Schreibmine 2 abhängig ist. Die Schallintensität des aufgenommenen Schallzeitsignals



nimmt mit der Schreibgeschwindigkeit zu. Bei gleicher Schreibgeschwindigkeit sind die Intensitätsunterschiede bei verschiedenen Schreibpapieroberflächen vernachlässigbar. Das Frequenzspektrum des aufgenommenen Schallzeitsignals besteht aus einem kontinuierlichen Rauschspektrum, das deutlich von charakteristischen Frequenzlinien überlagert ist. Die Frequenzlinien treten hauptsächlich bei Frequenzen unterhalb 2 kHz auf. Die Amplituden dieser Frequenzlinien nehmen bei gleicher Frequenzlage deutlich mit der Schreibgeschwindigkeit zu. Die Amplituden der Frequenzlinien nehmen in geringem Maße mit zunehmender Oberflächenrauigkeit der Schreibunterlage 4 zu. Die Frequenzlagen bleiben dabei unverändert. Bei gleicher Schreibgeschwindigkeit sind die Amplituden nahezu unabhängig von der benutzten Schreibunterlage 4. Das luftschallgedämpfte Mikrofon 5 ist unempfindlich gegenüber Schallereignissen in der Umgebung. Wenn das Schreibstiftgehäuse 3 vollkommen geschlossen ist, hat die Luftschallkammer 7 keine Verbindung mit der Umgebungsluft. Bei geschlossener Luftkammer 7 haben Umgebungsgeräusche, insbesondere gesprochene Worte oder Motorengeräusche, beim Schreiben keinen Einfluss auf das aufgenommene Schallzeitsignal. In diesem Fall wird lediglich der über die Schreibmine erzeugte Körperschall durch das Mikrofon 5 aufgenommen.

Die biometrischen Merkmale der Schreibdynamik der Person werden aus der zeitlichen Änderung der akustischen Mikrofonsignale und/oder der Amplituden ausgewählter spektraler Linien ermittelt. Da für die Generierung biometrischer Referenzdaten nur die Dynamik der aufgenommenen Schallsignale ausgewertet wird, ist der Einfluss unterschiedlicher Rauigkeiten der Unterlage 4 und der Einfluss von Fertigungsstreuungen bei der Herstellung des Schreibgerätes vernachlässigbar. Streuungen in der Schreibdynamik sind daher personenbedingt bzw. personenspezifisch und können daher zur Identifikation und Verifikation der Person ausgewertet werden. Das durch das Mikrofon 5 akustisch erfasste Schallzeitsignal ist im Gegensatz zu

Schreibdrucksignalen, die den Schreibminendruck in verschiedene Richtungen wiedergeben, unabhängig davon, wie der Schreibstift 2 auf der Unterlage 4 gehalten wird. Das durch das Mikrofon 5 erzeugte Schallsignal ändert sich nicht, wenn das Schreibstiftgehäuse 3 unterschiedlich um die Längsachse gedreht gehalten wird. Das in Fig. 2 dargestellte Schreibgerät kann hinsichtlich der Geometrie, dem Material, dem Schichtaufbau, der Dämpfung und der akustischen Kopplung zwischen der Schallquelle und dem Mikrofon 5 derart dimensioniert werden, dass sich optimale, akustisch wenig störanfällige biometrische Merkmale für Authentifizierungsverfahren generieren lassen. In dem Schreibstiftgehäuse 3 ist ein akustisches Fenster bzw. eine Öffnung vorgesehen, die per Knopfdruck durch die Person für Sprachaufnahme geöffnet werden kann. Hierzu genügt eine relativ kleine Öffnung im Schreibstiftgehäuse 3, um den Luftschall beim Sprechen über das Mikrofon 5 mit aufzunehmen. Zur Erfassung des reinen akustischen Schreibsignals bzw. Schreibgeräusches wird das Gehäusefenster durch die Person geschlossen.

Fig. 3a zeigt eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen biometrischen akustischen Schreibsystems 1. Bei der in Fig. 3a dargestellten, besonders bevorzugten Ausführungsform sind in dem Schreibstiftgehäuse 3a neben dem Mikrofon 5 zur akustischen Erfassung von Schreibgehäusen zusätzlich weitere Sensoreinrichtungen vorgesehen. Der in Fig. 3 dargestellte biometrische Schreibstift enthält zusätzlich eine optische Sensoreinrichtung 33. Die optische Sensoreinrichtung 33 erfasst die Positionsdaten der handgeführten Schreibstiftbewegung über Bildsignale von der Oberfläche der Schreibunterlage 4. Die optische Sensoreinrichtung 33 enthält eine Abbildungsoptik zur Abbildung der Unterlagenoberfläche und eine Wandlereinrichtung zur Umwandlung des optischen Abbildungssignals in ein elektrisches Signal.

Die Abbildungsoptik umfasst eine optische Linse 33a. Bei der Linsenoptik kann es sich um Glasfaserbündel oder um GRIN-Linsen handeln. Die Wandlereinrichtung 33c der optischen Sensoreinrichtung 33 ist beispielsweise eine CCD-Kamera mit integriertem Mikroprozessor. Alternativ kann ein Photodiodenarray eingesetzt werden. Vorzugsweise ist zusätzlich eine Diodenlichtquelle zur Beleuchtung der Unterlagenoberfläche vorgesehen. Bei einer alternativen Ausführungsform dient die Laserdiode zusätzlich zur Beleuchtung eines in dem Stift integrierten optischen Gitters.

Die optische Sensoreinrichtung 33 erfasst die mit dem Schreibstift 2 durchgeführten Bewegungen durch Vergleich der zeitlich versetzten aufgenommenen Bildfolgen der Unterlagenoberfläche. Bei einer alternativen Ausführungsform erfasst die optische Sensoreinrichtung die mit dem Schreibstift 2 durchgeführten Bewegungen durch Vergleich der zeitlich versetzten aufgenommenen Bildfolgen der Interferenzen des an dem Gitter und der Unterlagenoberfläche reflektierten Laserlichtes. Die Schreibstiftmine 2 gibt im ausgefahrenen Zustand auf die Unterlage 4 bei Durchführung der handgeführten Bewegungen eine Schreibflüssigkeit ab, die die Strukturierung der Unterlagenoberfläche erhöht. Hierdurch wird die optische Erfassung der handgeführten Bewegungen mittels der optischen Sensoreinrichtung 33 leichter, und über das Tintenschriftbild erhält eine Person ein Feedback, wodurch die natürliche Schreibweise erleichtert wird.

Die in Fig. 3a dargestellte erste bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems 1 enthält neben dem Mikrofon 5 zum Erfassen eines akustischen Schreibgeräusches und der optischen Sensoreinrichtung 33 zur Generierung von Positions- bzw. Bewegungsdaten zusätzlich auch eine Drucksensorik 34 zur Erfassung des Schreibdruckes. Die Drucksensorik 34 besteht beispielsweise aus Dehnungsmessstreifen

DMS oder kraftsensitiven Widerständen FSR sowie Piezosensoren 34a, 34b, 34c, 34d, die den statischen und dynamischen Druck des auf der Unterlage 4 aufgesetzten und handgeführten Schreibstiftes 2 sensorisch erfassen. Die durch das Mikrofon 5 abgegebenen Schallsignalen, die von der optischen Sensoreinrichtung 33 abgegebenen Bewegungsdaten und die erfassten mehrdimensionalen Schreibdruckdaten werden einer integrierten Datenverarbeitungseinheit 11a, 11b innerhalb des Schreibstiftgehäuses 3 zugeführt und zu biometrischen Daten verarbeitet. Die ermittelten biometrischen Daten werden vorzugsweise in einem Datenspeicher 12 innerhalb des Schreibstiftgehäuses 3 zwischengespeichert. Die aktuellen ermittelten biometrischen Daten werden anschließend vorzugsweise durch eine Verschlüsselungseinheit 17 verschlüsselt und über eine Datenübertragungsstrecke 18 an einen entfernt gelegenen Rechner 20 übertragen.

Bei der in Fig. 3a dargestellten Ausführungsform kann durch Verschieben einer Schalldämmung 8b innerhalb des Schreibstiftgehäuses 3 das akustische Fenster 7 zwischen Stimmen- und Schreibgeräuschaufnahme umgeschaltet werden. In einer lauten Umgebung kann beispielsweise durch Schließen des akustischen Fensters 7 das störende Außengeräusch unterdrückt werden. Zur Erhöhung der Erkennungssicherheit kann die Person das akustische Fenster öffnen und beispielsweise ein geschriebenes Passwort gleichzeitig oder zeitlich versetzt zusätzlich sprechen.

Die Figur 3b zeigt eine zweite bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems 1. Die Datenverarbeitungseinheit 11 wird durch einen Akkumulator 37 mit Strom versorgt. Am oberen Ende der Schreibstiftmine 2 ist eine Drucksensoreinrichtung 34b vorgesehen. Weiterhin ist eine Feder 38 vorgesehen. Bei dem Drucksensor 34b handelt es sich vorzugsweise um einen Piezodrucksensor.

Figur 3c zeigt eine dritte bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schreibsystems 1. Das Schreibsystem 1 ist rotationssymmetrisch und besteht aus einer Schreibstiftmine 2, einem Mikrofon 5 mit Halterung, einer Schalldämmung 8 sowie einem Piezodrucksensor 34.

Die Figur 3d zeigt eine vierte bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Schreibsystems 1. An dem Schreibstiftgehäuse 3 ist ein Fingerprintsensor 39 vorgesehen. Der Fingerprintsensor 39 erfasst biometrische Daten der schreibenden Person über Körpermerkmale. Bei dem Fingerprintsensor handelt es sich vorzugsweise um einen kapazitiven Fingerprintsensor. In dem Schreibstiftgehäuse 3 wird durch eine Federstahlhalterung 42 der Schreibstift 2 gelagert. Der Schreibstift 2 weist zwei Mikrofone 5a, 5b auf. Innerhalb eines in dem Schreibstiftgehäuse 3 vorgesehenen Körpers 49 ist ein dünneres Mikrofon 5a vorgesehen, das sich in der Nähe einer Seite 41 befindet. Die Seite 41 dient als akustischer Oszillator und ist mit der Schreibstiftmine 2 verbunden. Ein äußeres Mikrofon 5b dient zur Aufnahme des Umgebungsschalles. Das Schreibsystem 1 in der in Figur 3d dargestellten Ausführungsform weist ferner einen Neigungssensor 40 auf. Der Neigungssensor 40 erfasst beim Schreiben die Neigung des Schreibstiftes 2. Hiermit wird die motorische Bewegung der stiftführenden Finger erfasst. Die Datenverarbeitungseinheit 11 wird durch einen Akkumulator 37 mit Strom versorgt. Am oberen Ende des Schreibstiftes 2 befindet sich ferner ein Drucksensor 34d. Weitere Drucksensoren 34a, 34b, 34c sind an der Federstahlhalterung 42 vorgesehen. Die Federstahlhalterung 42 dient als Schreibstiftminenhalter und als Verformer der DMS-Streifen 34a, 34b, 34c, die vorzugsweise auf der Federstahlhalterung 42 angebracht sind.

Figur 3e zeigt eine fünfte bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems 1. Das Schreibsystem 1 weist eine optische Sensoreinrichtung 48 auf, die

gleichzeitig in drei Raumrichtungen den statischen und dynamischen Druck und die Schwingung des auf der Unterlage 4 aufgesetzten handgeführten Schreibstiftes 2 erfasst. Diese optische Sensoreinrichtung 48 enthält Photodetektoren zur Erfassung der Bewegung einer Diodenlichtquelle 44. Die Diodenlichtquelle 44 ist mit dem Schreibstift 2 fest verbunden. Die Diodenlichtquelle 44 führt die Auslenkung und Schwingung des Schreibstiftes 2 durch, wobei die von der Diodenlichtquelle 44 abgegebenen Lichtstrahlen als Lichtquellensignal an die Photodetektoren der optischen Sensoreinrichtung 40 abgegeben werden. Die von der Diodenlichtquelle 44 abgegebenen Lichtstrahlen gelangen zum einem Strahlenteiler 47 und von dort zu einer Linse 46. Die Linse 46 weist vorzugsweise eine teilverspiegelte Unterseite auf. Die optische Sensoreinrichtung 40 enthält ferner einen Vierquadrantenphotodetektor 50 sowie einen einfachen Photodetektor 45. Der Vierquadrantenphotodetektor 50 ist hinter der Linse 46 angebracht. Der Vierquadrantenphotodetektor 50 erfasst die Auslenkung und die Schwingung der Lichtquelle 44 in zueinander orthogonalen X-, Y-Richtungen. Der einfache Photodetektor 45 erfasst die Auslenkung und Schwingung der Lichtquelle 44 in der zu der X-, Y-senkrechten Richtung z. Aus den Signalen des Vierquadrantenphotodetektors 50 und des einfachen Photodetektors 45 sind in drei Raumrichtungen über die Auslenkung die Dynamik des Schreibdruckes und über die Schwingung der Dynamik der Schreibgeschwindigkeit bestimmbar. Die Signale der Photodetektoren 45, 50 werden der Datenverarbeitungseinheit 11 zugeführt und dort ausgewertet. Bei der in Figur 3e dargestellten Ausführungsform wird der Schreibstift 2 durch eine Schreibminenhalterung 43 gelagert. Ferner ist eine Feder 38 vorgesehen. Die Abbildung der optischen Sensoreinrichtung 40 besteht aus dem Strahlenteiler 47, der optisch teilverspiegelten Linse 46 und einer Blende.

Die in den Fig. 1 bis 3 dargestellten biometrischen akustischen Schreibsysteme 1 sind vielseitig einsetzbar. Das biomet-

rische Schreibsystem 1 kann als Computereingabeeinrichtung eingesetzt werden. Darüber hinaus eignet sich das biometrische Schreibsystem 1 als Spracheingabeeinrichtung, insbesondere als Diktiergerät.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit besteht in der Identifizierung und Verifizierung einer schreibenden Person durch Vergleich aktuell gewonnener biometrischer Daten mit abgespeicherten biometrischen Referenzdaten von Personen. Bei der Verifikation einer Person wird dabei geprüft, ob beispielsweise die gegebene Unterschrift tatsächlich von der richtigen Person stammt. Hierzu werden die aktuell generierten biometrischen Daten mit gespeicherten Referenzdaten dieser Person verglichen. Voraussetzung hierfür ist, dass zunächst die personenspezifischen biometrischen Referenzdaten dieser Person generiert werden. Hierfür werden zunächst handgeführte Schreibbewegungen, die von dieser Person unter Aufsicht ausgeführt werden, akustisch erfasst. Die ausführende Person unterschreibt beispielsweise unter Aufsicht mit ihrer Unterschrift, und das Mikrofon 5 innerhalb des Schreibgerätes erfasst die dabei auftretenden Schallsignale des Schreibgeräusches. Die aufgenommenen Schreibgeräusche werden als Schallsignaldaten an die Datenverarbeitungseinheit 11 abgegeben. Die Schallsignaldaten werden in einem Speicher 12 als digitale Schallzeitsignale zwischengespeichert. Anschließend erfolgt durch die Datenverarbeitungseinheit 11 eine Berechnung des zugehörigen Frequenzspektrums, beispielsweise mittels Fourier-Transformation. Aus dem abgespeicherten digitalen Schallzeitsignal werden mittels Merkmalsextraktion erste biometrische Referenzdaten bestimmt. Aus dem berechneten und abgespeicherten Frequenzspektrum des Schallzeitsignals werden ebenfalls mittels Merkmalsextraktion zweite biometrische Referenzdaten bestimmt. Diese Verfahrensschritte können vorzugsweise auch mehrfach durchgeführt werden, und die jeweils bestimmten biometrischen Referenzdaten werden statistisch ausgewertet. Die ausgewerteten Daten werden

anschließend als personenspezifische Referenzdaten verschlüsselt und abgespeichert. Die generierten biometrischen Referenzdaten können anschließend zur Personenverifikation und Personenidentifikation bei einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt werden. Die generierten personenspezifischen Referenzdaten werden beispielsweise in einem Mikrochip eines Personalausweises, in einem Mikrochip einer Kreditkarte, in einer Berechtigungsmagnetkarte oder in einer beliebigen Speichereinheit eines Computers abgelegt. Bei der Generierung der biometrischen Referenzdaten wird vorzugsweise zusätzlich ein von der Person stammendes Sprechsignal akustisch erfasst und entsprechende Schallsignaldaten erzeugt. Beispielsweise kann die betreffende Person bei einer Bank oder einer Behörde unter Aufsicht eine Unterschrift leisten und gleichzeitig oder anschließend ihren eigenen Namen sprechen. Zur weiteren Erhöhung der Sicherheit können zusätzlich auch die bei der Unterschriftsleistung auftretenden Schreibkräfte mittels der Drucksensorik erfasst und ausgewertet werden. Eine weitere Erhöhung der Sicherheit ergibt sich durch zusätzliche optische Erfassung der handgeführten Schreibbewegung, d.h. eine optische Erfassung der Positionsdaten der geleisteten Unterschrift. Der in den Fig. 3a-3e dargestellte Schreibstift erfasst sensorisch eine Vielzahl personenspezifischer Merkmale, insbesondere das Schriftbild der geleisteten Unterschrift, den beim Schreiben der Unterschrift auftretenden statischen und dynamischen Schreibdruck, das beim Schreiben der Unterschrift erzeugte Schreibgeräusch sowie zusätzlich das von der schreibenden Person gesprochene Wort, beispielsweise deren Name oder ein Passwort. Alle diese Daten werden zu biometrischen Referenzdaten verarbeitet und abgelegt. Dabei ist die Erkennungssicherheit und die Verfälschungssicherheit sehr hoch, da unterschiedlichste personenspezifische Merkmale sensorisch erfasst und ausgewertet werden. Zur Verifikation einer Person werden die durch das Schreibsystem generierten aktuellen biometrischen Daten mit den zuvor generierten und abgespeicherten biometri-



schen Referenzdaten der Person verglichen, um festzustellen, ob die aktuellen biometrischen Daten mit gespeicherten biometrischen Referenzdaten der Person weitgehend übereinstimmen. Bei einer hundertprozentigen Übereinstimmung handelt es sich allerdings vermutlich um eine Raubkopie der abgespeicherten Referenzdaten, und das biometrische Schreibsystem 1 gemäß der Erfindung gibt ein entsprechendes Warnsignal ab.

Bei der Personenidentifikation werden die aktuellen biometrischen Daten mit gespeicherten biometrischen Referenzdaten einer Vielzahl von Personen verglichen und diejenige Person selektiert, deren biometrische Referenzdaten mit den aktuellen biometrischen Daten am besten übereinstimmen.

Neben der Personenverifikation und Personenidentifikation kann das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem zusätzlich auch zur Handschriftenerkennung und/oder Handskizzenerkennung eingesetzt werden. Fig. 4 zeigt schematisch die Schritte zur Handschriftenerkennung. Die beim Schreiben des Schreibstiftes 2 auf der Unterlage 3 beim Schreiben oder Skizzieren eines Zeichens, eines Wortes oder einer Wortfolge auftretenden Schreibgeräusche werden durch das Mikrofon 5 akustisch erfasst und in entsprechende Schallsignaldaten umgewandelt. Nach einer akustischen Signalverarbeitung erfolgt eine Codierung. Die erzeugten Schallsignaldaten werden als digitales Schallzeitsignal zwischengespeichert, und anschließend wird das zugehörige Frequenzspektrum aus den Schallsignaldaten mittels Fourier-Transformation berechnet.

In einem weiteren Schritt werden erste aktuelle akustische Daten aus der Schallintensität des digitalen Schallzeitsignals mittels Merkmalsextraktion zur Datenreduktion bestimmt. Aus dem berechneten Frequenzspektrum des Schallzeitsignals werden ebenfalls mittels Merkmalsextraktion aktuelle zweite akustische Daten bestimmt. Auch dieser Schritt dient vor allem der



Datenreduktion. Aus den akustischen Daten werden schließlich eine Folge von Merkmalsvektoren berechnet, und diese berechneten Merkmalsvektoren werden mit gespeicherten personenspezifischen Referenzmerkmalsvektoren in einem Mustervergleich verglichen. Es wird daraufhin eine Folge von Referenzmerkmalsvektoren, die von den jeweiligen Merkmalvektoren die geringste Abweichung aufweisen, selektiert. Aus der Folge selektierter Referenzmerkmalsvektoren werden mittels statistischer, konnektionistischer und wissensbasierter Verfahren das geschriebene Zeichen, das geschriebene Wort oder die geschriebene Wortfolge ermittelt.

Bei den statistischen Verfahren handelt es sich beispielsweise um Hidden-Markow-Modelle zur Erkennung eines größeren Vokabulars. Bei den konnektionistischen Verfahren werden vor allem neuronale Netzwerkmodelle zur Erkennung eines begrenzten Vokabulars eingesetzt. Bei den wissensbasierten Verfahren handelt es sich beispielsweise um Fuzzy-Logic-Modelle. Die Referenzmerkmalsvektoren werden bei der Stellung des Schreibsystems systemspezifisch und vor dem Einsatz des Systems personenspezifisch durch wiederholtes handschriftliches Schreiben eines Trainingstextes erzeugt und abgespeichert. Über längere Einsatzzeiten werden die Referenzmerkmalsvektoren der Person adaptiv und automatisch über neu geschriebene Zeichen und Wörter aktualisiert. Alle Verfahren basieren auf akustischen Modellen von Zeichen, Buchstaben, Silben und Wörtern des Vokabulars einer Sprache in Lautschrift. Die Lautschrift des Vokabulars einer Sprache wird durch Lautelemente, d.h. kurze, lautliche Einheiten (Allophone) des Schreibgeräusches gebildet. Jedes Wort des Vokabulars wird als Folge von Allophonen gespeichert. Die akustischen Modelle ermitteln aus dem Vokabular in Lautschrift mehrere Wortkandidaten, die mit der größten Wahrscheinlichkeit zu der akustischen Symbolfolge gehören. Die Wahrscheinlichkeit für jedes Wort wird dabei über die HMM (Hidden-Markow-Modelle) oder die Neuro-Fuzzy-Systeme bestimmt.

Der wahrscheinlichste Wortkandidat wird über eine Schwellenwertentscheidung oder über ein Wortfolgestatistikmodell bzw. Sprachmodell bestimmt. Das ermittelte Zeichen wird anschließend beispielsweise als formatierter Text oder als handschriftlicher Text ausgegeben. Zur Erhöhung der Erkennungssicherheit wird vorzugsweise zusätzlich das geschriebene Zeichen oder Wort durch die Person ausgesprochen und durch das Mikrofon akustisch erfasst. Daneben werden die Positionsdaten der handgeführten Schreibbewegung optisch erfasst. Eine weitere Erhöhung der Sicherheit wird erreicht durch Erfassung der beim Schreiben des Wortes auftretenden Schreibdruckdaten.

Die durch das erfindungsgemäße Schreibsystem 1 generierten personenspezifischen Referenzdaten können zur Ermittlung psychologischer und oder physiologischer Merkmale der Person ausgewertet werden. Insbesondere kann mittels des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems 1 das Auftreten neuromotorischer Bewegungsstörungen einer Person erkannt werden. Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem eignet sich somit zur Diagnose psychologischer und/oder physiologischer Merkmale sowie zur Diagnose neuromotorischer Bewegungsstörungen der Person.

Fig. 5 zeigt eine besonders bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystem 1 mit einem optoakustischen Feedback für die schreibende Person. Von dem Schreibstift 3 werden die gewonnenen biometrischen Daten an einen lokalen Rechner 20 übertragen, der über Leitungen 35a, 35b der schreibenden Person über einen Bildschirm 36a und einen Lautsprecher 36b ein optoakustisches Feedback gibt. In dieser Konfiguration eignet sich das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem 1 als System zur Therapie von Bewegungsstörungen der Person. Aufgrund des optoakustischen Feedbacks kann die Person, die möglicherweise eine neuromotorische Bewegungsstörung aufweist, wieder schreiben lernen.



Ein weiteres interessantes Anwendungsgebiet besteht in dem Einsatz des biometrischen Schreibsystems 1, wie es in Fig. 5 dargestellt ist, als Schulungssystem zum Erlernen von Schreiben. Insbesondere eignet sich das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem 1 als Schulungssystem zum Erlernen einer Sprache, insbesondere einer Fremdsprache. Die lernende Person kann beispielsweise ein Wort auf der Unterlage 4 schreiben, und der in dem Schreibstiftgehäuse 3 integrierte Lautsprecher gibt das Wort in der korrekten Aussprache der Fremdsprache wieder. Durch ein Lernprogramm für Schüler oder Menschen mit Koordinationsschwierigkeiten, beispielsweise Schlaganfallpatienten, können vorgegebene Zahlen oder Zeichen, die auf der Unterlage 4 angebracht sind, durch die Person mit dem Schreibstift nachgezeichnet werden. Beispielsweise kann ein Schüler eine vorgegebene Zahl oder ein Zeichen auf der Unterlage 4 nachzeichnen und erhält ein optoakustisches Feedback. Für Menschen mit Koordinationsschwierigkeiten ist mittels der Schreibdruckfassung eine Dokumentation ihres Lernfortschritts möglich. Für Kinder ist es mittels des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems 1, wie es in Fig. 5 dargestellt ist, möglich, in einfacher Weise das Schreiben des Alphabets zu erlernen. Darüber hinaus sind Fertigungsübungen, Bewusstmachungsübungen und Imitationsübungen möglich.

Fig. 6 zeigt das Verhalten des erfindungsgemäßen Schreibsystems 1 beim Schreiben auf unterschiedlichen Unterlagen 4. Die Fig. 6a, 6b zeigen das aufgenommene Zeitschallsignal bei unterschiedlichen Schreibgeschwindigkeiten auf einer Kartonoberfläche und auf einem Schreibpapierblock. Dabei wird in dem dargestellten Beispiel ein Strich mit wachsender Geschwindigkeit auf dem Karton und dem Schreibpapierblock gezogen. Die Fig. 6c, 6d zeigen die zugehörigen Frequenzspektren.



Die Fig. 7 zeigt ein Zeitschallsignal, das beim dreifachen Schreiben des Buchstabens "a" bei dem Schreiben des Schreibstiftes auf einem Schreibblock mittels des erfindungsgemäßen biometrischen Schreibsystems 1 generiert wird. Wie man Fig. 7 entnehmen kann, ist das Schallschallsignal sehr gut wiederholbar bzw. reproduzierbar, so dass der Buchstabe "a" spezifisch erkannt werden kann.

Fig. 8 zeigt ebenfalls ein Zeitschallsignal, das beim dreifachen Schreiben eines Buchstabens "b" erzeugt wird. Auch der Buchstabe "b" weist einen charakteristischen Schallschallsignalverlauf auf.

Die Fig. 9a zeigt Amplitudenfrequenzsignale im Zeitverlauf für den Buchstaben "a", und die Fig. 9b zeigt Amplitudenfrequenzsignale zum Schreiben des Buchstabens "b" im Zeitverlauf.

Die Fig. 10a, 10b zeigen prinzipiell, wie die Amplitudenfrequenzlinien sich im Zeitverlauf dynamisch beim Schreiben eines Buchstabens, beispielsweise eines Buchstabens "a" verändern. Zum Zeitpunkt t_0 setzt die schreibende Person den Stift auf (Anfangspunkt AP) und führt die Schreibbewegung durch. Das zum Zeitpunkt t_0 bestehende Spektrum ändert sich dynamisch im Zeitverlauf. Fig. 10b zeigt die Änderung des Spektrums zum Zeitpunkt t_0 zum Zeitpunkt t_1 .

Die Fig. 11 zeigen das dynamische Verhalten einiger Frequenzlinien beim Schreiben eines Buchstabens "a". Bei dem dargestellten Beispiel ergibt sich die beste Wiedergabe des Buchstabens "a" bei der Frequenzlinie $f = 86,133$ Hertz.

Die Fig. 12 zeigen das dynamische Verhalten einiger Frequenzlinien beim Schreiben eines Buchstabens "b". Die beste Wiedergabe des Buchstabens "b" liefert die Frequenzlinie $f = 86,133$ Hertz.



Das erfindungsgemäße akustische Schreibsystem 1 kann derart ausgelegt werden, dass es die Frequenzlinien die handschriftlichen Zeichen in einem möglichst großen dynamischen Bereich mit großen Amplitudenwerten erfasst.

Das erfindungsgemäß biometrische akustische Schreibsystem 1 weist eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten auf. Es kann einerseits als biometrisches Authentifizierungssystem zur Personenidentifikation und -verifikation eingesetzt werden. Das erfindungsgemäße Schreibsystem 1 eignet sich als Computereingabeeinrichtung als Ersatz für eine Computermouse oder Tastaturbefehle, insbesondere zur Passworteingabe. Ferner kann das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem 1 zur elektronischen Sprach- und Handschriftenerkennung eingesetzt werden. Ein weiteres umfassendes Anwendungsgebiet besteht auf dem Gebiet der biometrischen Diagnose und Therapie. Schließlich kann das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem 1 zu Schulungszwecken, beispielsweise zum Erlernen von Schreiben, Fremdsprachen oder zum Beheben von Koordinationsschwierigkeiten eingesetzt werden. Wichtige Einsatzgebiete des erfindungsgemäßen Schreibsystems ergeben sich im Bereich des E-Commerce, insbesondere im Internet, wie beispielsweise bei Banken, Handel und im Kreditkartenwesen. Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem 1 kann ferner als biometrisches System zur Personenzugangs- und Sicherheitskontrolle in allen Sicherheitsbereichen mit hoher Verfälschungssicherheit und geringen Fehlerraten eingesetzt werden. Weitere Einsatzmöglichkeiten bestehen im forensischen Einsatz in der Kriminalistik, beim Grenzschutz oder der Polizei. Darüber hinaus kann das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem 1 zur Kommunikation zwischen Mensch und Maschine eingesetzt werden, insbesondere als Diktiergerät, oder zur verbalen und handgeschriebenen Maschinensteuerung.



45



Das multifunktionale biometrische Schreibsystem 1 eignet sich auch als Eingabeeinheit eines zukünftigen virtuellen Schreibtisches, bei dem beispielsweise über den Schreibstift das Tablet eines PC's durch das normale Schreibpapier als Eingabemedium mit den erfindungsgemäßen Eingabemöglichkeiten ergänzt oder ersetzt wird.

Das erfindungsgemäße biometrische Schreibsystem 1, wie es in Fig. 1 bis 3 dargestellt ist, kann mit relativ geringem technischen Aufwand kostengünstig hergestellt werden, so dass sich weite Einsatzgebiet erschließen.



Bezugszeichenliste

1	biometrisches akustisches Schreibsystem
2	Schreibstift
3	Schreibstiftgehäuse
4	Unterlage
5a, 5b	Mikrofone
6	Klangkörper
7	Luftschallkammer
8, 8a, 8b	Schalldämmung
9	Verschlusseinrichtung
10	Signalleitung
11	Datenverarbeitungseinheit
12	Speichereinheit
13	Leitungen
14	optische Sensoreinrichtung
15	Signalleitungen
16	Signalleitungen
17	Verschlüsselungseinheit
18	Datenübertragungsstrecke
19	Datenverarbeitungseinheit
20	lokaler Rechner
21	Speicher
22	Anzeigeeinrichtung
23	Leitung
24	Leitung
25	Leitung
26	Leseeinheit
27	Steuerleitung
28	Aktor
29	Leitung
30	Datennetzwerk
31	Datenbank
32	Lautsprecher
33	zweite optische Sensoreinrichtung



34	Drucksensoreinrichtung
35	Leitung
36	akustische Feedback-Einrichtungen
37	Akku
38	Feder
39	Fingerprintsensor
40	Neigungssensor
41	Saite
42	Federstahlhalterung
43	Schreibminenhalterung
44	LED
45	Photodetektor
46	Linse
47	Strahltriebwerk
48	erste optische Sensoreinrichtung
49	Körper
50	Vierquadrantenphotodetektor

Patentansprüche

1. Biometrisches, akustisches Schreibsystem (1) mit:

- (a) einem Schreibstiftgehäuse (31) zur Durchführung handgeführter Bewegungen auf einer Unterlage (4);
- (b) mindestens einem in dem Schreibstiftgehäuse (3) integrierten Mikrofon (5) zur akustischen Erfassung von Schallsignalen, die durch die handgeführten Bewegungen hervorgerufen werden;
- (c) und einer Datenverarbeitungseinheit (11) zur Berechnung biometrischer Daten in Abhängigkeit von den erfassten Schallsignalen.

2. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Datenverarbeitungseinheit (11) zur Rekonstruktion handgeschriebener Zeichen und Texte aus den erfassten Schallsignalen vorgesehen ist.

3. Biometrisches, akustisches Schreibsysteme nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Schreibstiftgehäuse (3) ein Schreibstift (2) vorgesehen ist, der auf der Unterlage (4) aufgesetzt und auf der Unterlage (4) geführt wird.

4. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Schreibstift (2) eine auswechselbare Schreibstiftmine mit Tintenfüllung vorgesehen ist.

5. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4,



d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass durch die Reibung des Schreibstiftes (2) auf der Unterla-
ge (4) während der handgeführten Schreibbewegung ein akusti-
sches Schreibgeräusch hervorgerufen wird, das als Körper-
schallsignal über den Schreibstift (2) und als Luftschallsig-
nal über die Umgebungsluft an das Mikrofon (5) übertragen
wird.

6. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Mikrofon (5) zur Übertragung des Körperschallsignals
mechanisch mit dem Schreibstift gekoppelt ist.

7. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Mikrofon (5) zur Übertragung des Körperschallsignals
mechanisch mit einem mit dem Schreibstift (2) verbundenen
Klangkörper (6) gekoppelt ist.

8. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Klangkörper (6) als ein Resonator für bestimmte Ei-
genfrequenzen ausgelegt ist.

9. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach einem der vo-
rangingenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das Mikrofon (5) in einer in dem Schreibstiftgehäuse (3)
vorgesehenen Luftschallkammer (7) angeordnet ist.

10. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Luftschallkammer (7) als ein Resonator für bestimmte
Eigenfrequenzen ausgelegt ist.



11. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikrofon (5) und der Resonator von einer Schalldämmung (8) umgeben ist, die zur Dämpfung von Umgebungsgeräuschen vorgesehen ist und Schallsignale nur über die Schreibmine durchlässt.

12. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Luftschallkammer (7) über eine in dem Schreibstiftgehäuse (3) vorhandene Gehäuseöffnung mit der Umgebungsluft koppelbar ist.

13. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Gehäuseöffnung mittels einer mechanischen Verschlusseinrichtung (9) zur Unterdrückung von Außengeräuschen schließbar ist.

14. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikrofon (5) bei geöffneter Gehäuseöffnung das durch die handgeführte Schreibbewegung hervorgerufene interne und externe Schreibgeräusch als Körper- und Luftschallsignal und/oder ein von einer Person stammendes Sprechsignal akustisch erfasst.

15. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikrofon (5) die erfassten akustischen Schallsignale in ein elektrisches Schallsignal umwandelt.

16. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 15,

dadurch gekennzeichnet,
dass das elektrische Schallsignal durch einen Analog/Digital-
Wandler in Schallsignaldaten zur digitalen Datenverarbeitung
durch die Datenverarbeitungseinheit (11) umgewandelt werden.

17. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch
14,

dadurch gekennzeichnet,
dass das Schreibgeräusch und das Sprechsignal gleichzeitig o-
der zeitlich hintereinander durch das Mikrofon (5) erfasst
werden.

18. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schallsignaldaten in einer Speichereinheit (12)
abspeicherbar sind.

19. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schreibunterlage (4) aus beliebigem Papier besteht.

20. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schreibunterlage (4) eine feste Unterlage ist, die
eine bestimmte aufgeprägte Oberflächenrauigkeit und Härte
aufweist.

21. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Schreibstiftgehäuse (3) ein Lautsprecher (32) zur
Wiedergabe erfasster Mikrofonsignale, zur Wiedergabe gespei-
cherter biometrischer Referenzdaten und zur Wiedergabe gespro-
chener Informationen vorgesehen ist.

22. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 1,



d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass in dem Schreibstiftgehäuse (3) ein Mikrofon (5) zur Erfassung äußerer akustischer Signale wie Schreibgeräusche der Schreibunterlage als Klangkörper und gesprochener Informationen vorgesehen ist.

23. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zusätzlich eine Druck-Sensoreinrichtung vorgesehen ist,
die in mindestens einer Raumrichtung den statischen und dynamischen Schreibdruck des auf der Unterlage aufgesetzten und handgeführten Schreibstiftes erfasst.

24. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 23,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass eine zusätzliche Schwingungs-Sensoreinrichtung vorgesehen ist, die Schwingungen und damit Änderungen der Schreibgeschwindigkeit des auf der Unterlage (4) aufgesetzten und handgeführten Schreibstiftes erfasst.

25. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 27,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zusätzlich ein Neigungssensor (40) vorgesehen ist, der beim Schreiben die Neigung des Schreibstiftes (2) und damit die motorische Bewegung der stiftführenden Finger erfasst.

26. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass zusätzlich eine erste optische Sensoreinrichtung (48) vorgesehen ist, die gleichzeitig in drei Raumrichtungen den statischen und dynamischen Druck und die Schwingung des auf der Unterlage (4) aufgesetzten und handgeführten Schreibstiftes (2) erfasst.

27. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 26,

dadurch gekennzeichnet,
dass zusätzlich eine zweite optische Sensoreinrichtung (33)
vorgesehen ist, die Positionsdaten der handgeführten Schreib-
stiftbewegung über Bildsignale von der Oberfläche der Unterla-
ge (4) erfasst.

28. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass an dem Schreibstiftgehäuse (3) ein kapazitiver Fin-
gerprint-Sensor (39) vorgesehen ist.

29. Biometrisches, akustisches Schreibsystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass Mikrofon (5) ein Elektret-Mikrofon, ein piezoelektrisches
Mikrofon, ein piezoresistives Mikrofon oder ein kapazitives
Mikrofon ist.

30. Biometrisches akustisches Schreibsystem nach Anspruch 27,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste optische Sensoreinrichtung (48) Photodetektoren
zur Erfassung der Bewegung einer ersten Diodenlichtquelle (44)
und zur Umwandlung des Lichtquellensignals in ein elektrisches
Signal aufweist.

31. Biometrisches akustisches Schreibsystem nach Anspruch 30,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste optische Sensoreinrichtung (40) eine erste Ab-
bildungsoptik aufweist, die aus einem Strahlenteiler (47), ei-
ner optischen teilverspiegelten Linse (46) und einer Blende
besteht.

32. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 30,
dadurch gekennzeichnet,

dass die erste optische Sensoreinrichtung (40) einen Vierquadrantenphotodetektor (50) und einen einfachen Photodetektor (45) aufweist.

33. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass der Vierquadrantenphotodetektor (50) die Auslenkung und Schwingung der Lichtquelle (44) in zueinander orthogonalen x,y-Richtungen erfasst.

34. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass der einfache Photodetektor (45) die Auslenkung und Schwingung der Lichtquelle (44) in der zu x,y senkrechten Richtung z erfasst.

35. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Diodenlichtquelle (44) fest verbunden mit dem Schreibstift (2) ist und dessen Auslenkung und Schwingung durchführt, wobei die von der Diodenlichtquelle (44) abgegebenen Lichtstrahlen als Lichtquellensignale an die Photodetektoren abgegeben werden.

36. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass aus den Signalen des Vierquadrantenphotodetektor (50) und des einfachen Photodetektors (45) in drei Raumrichtungen über die Auslenkung die Dynamik des Schreibdruckes und über die Schwingung die Dynamik der Schreibgeschwindigkeit bestimmbar ist.

37. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet,

dass die zweite optische Sensoreinrichtung (33) eine zweite Abbildungsoptik zur Abbildung der Unterlagenoberfläche und eine Wandlereinrichtung zur Umwandlung des optischen Abbildungssignals in ein elektrisches Signal aufweist.

38. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 37,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Abbildungsoptik aus optischen Linsen und/oder Glasfasern besteht.

39. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 37,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wandlereinrichtung ein Mini-CCD-Kamera oder ein Photodioden-Array ist.

40. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 27,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine zweite Diodenlichtquelle zur Beleuchtung der Unterlagenoberfläche vorgesehen ist.

41. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 40,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Laserdiode zur Beleuchtung der Unterlagenoberfläche und eines im Stift integrierten optischen Gitters vorgesehen ist.

42. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 27,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite optische Sensoreinrichtung (33) die mit dem Schreibstift durchgeführten Bewegungen durch Vergleich der zeitlich versetzten aufgenommenen Bildfolgen der Unterlagenoberfläche erfasst.

43. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 27,
dadurch gekennzeichnet,



dass die zweite optische Sensoreinrichtung (44) die mit dem Schreibstift (2) durchgeführten Bewegungen durch Vergleich der zeitlich versetzten aufgenommenen Bildfolgen der Interferenzen des an dem Gitter und der Unterlagenoberfläche reflektierten Laserlichtes erfasst.

44. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 27,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schreibstiftmine (2) in einem ausgefahrenen Zustand auf die Unterlage bei Durchführung der handgeführten Bewegungen eine Schreibflüssigkeit abgibt, die über das Tintenschriftbild auf der Unterlage die optische Strukturierung der Unterlagenoberfläche erhöht, so dass die optische Erfassung der handgeführten Bewegungen mittels der zweiten optischen Sensoreinrichtung (33) erleichtert und eine natürliche Schreibweise hervorgerufen wird.

45. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 23,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Drucksensoreinrichtung (34) elektromechanische Drucksensoren aufweist, die piezoelektrische, piezoresistive Sensoren, kraftsensitive Widerstände und magnetische Sensoren umfassen.

46. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 23,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Neigungssensor (40) vorgesehen ist, der aus einer miniaturisierten Wasserwaage mit elektrischem Abgriff der Winkeländerung besteht.

47. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 3 und Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Schreibstift (2) zylinderförmig ist, und in dem Schreibstiftgehäuse (3) gelagert ist.



48. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 47,
dadurch gekennzeichnet,
am oberen Ende des Schreibstiftes (2) ein Drucksensor zur Erfassung der in Längsrichtung des Schreibstiftes (2) auftretenden Kräfte und Schwingungen vorgesehen ist, wobei an einer Umfangsfläche des Schreibstiftes (2) mindestens zwei weitere Drucksensoren vorgesehen sind zur Erfassung derjenigen Kräfte, die in den zu der Längsrichtung orthogonal verlaufenden Raumrichtungen auftreten, wobei am oberen Ende des Schreibstiftes (2) eine Leuchtdiode (44) zur Erfassung der in Längs- und Querrichtungen des Schreibstiftes (2) auftretenden Kräfte und Schwingungen vorgesehen ist.

49. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Datenverarbeitungseinheit (11) in dem Schreibstiftgehäuse (3) oder in einer externen Empfangseinheit integriert ist.

50. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 49,
dadurch gekennzeichnet,
dass die externe Empfangseinheit ein Computer, ein Handy, ein Kreditkartenleser, ein Faxgerät oder ein Drucker ist.

51. Biometrisches Schreibsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erfassten Sensorsignaldaten über eine Datenübertragungsstrecke (18) von dem Schreibstiftgehäuse (3) an eine in einem lokalen Rechner (20) integrierte Datenverarbeitungseinheit (19) übertragen werden.

52. Biometrisches Schreibsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Schreibstiftgehäuse (3) eine Verschlüsselungseinheit (17) zur Verschlüsselung von Referenzdaten der Sensorsignaldaten vorgesehen ist.

53. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 51,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Datenübertragungsstrecke (18) drahtgebunden oder drahtlos ist.

54. Biometrisches Schreibsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Datenspeicher zum Abspeichern von biometrischen Referenzdaten, von Positionsdaten der Schreibbewegung und von gesprochener Informationen vorgesehen sind.

55. Biometrisches Schreibsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die biometrischen Referenzdaten durch die Datenverarbeitungseinheit (11) aus den beim Schreiben und Sprechen mindestens eines Wortes erfassten Schallsignaldaten, aus optischen Bewegungsdaten, mechanischen Schwingungs- und Druckdaten und Neigungsdaten berechnet und in einem Referenzdatenspeicher abgelegt werden.

56. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 55,
dadurch gekennzeichnet,
dass die biometrischen Referenzdaten des Fingerprintsensors (39) durch die Datenverarbeitungseinheit (11) berechnet und in dem Referenzdatenspeicher abgelegt werden.

57. Biometrisches Schreibsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Referenzdatenspeicher ein Mikrochip eines Personal-
ausweises, einer Kreditkarte, einer Berechtigungsmagnetkarte
oder eine Speichereinheit eines Computers oder des Schreibsys-
tems (1) ist.

58. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 55,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die geschriebenen und gesprochenen Wörter und Zeichen
Pincodes, Passwörter, Namen oder Texte sind.

59. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 54,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Positionsdaten der Schreibbewegung aus den beim
Schreiben eines Wortes erfassten Schallsignaldaten, optischen
Bewegungsdaten und mechanischen Druckdaten berechnet und in
dem Datenspeicher zur Handschriftenerkennung abgelegt werden.

60. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 55,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Referenzdatenspeicher in dem Schreibstiftgehäuse (3)
integriert ist.

61. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 51,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die in einem lokalen Rechner (20) integrierte Datenverar-
beitungseinheit an einen Referenzdatenspeicher angeschlossen
ist.

62. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 61,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der lokale Rechner (20) eine Leseinheit (26) zum Lesen
eines tragbaren Speichermediums für biometrische Referenzdaten
aufweist.



63. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 61,
dadurch gekennzeichnet,
dass der lokale Rechner (20) über ein Datennetzwerk (30) an
eine Datenbank mit einem Referenzdatenspeicher angeschlossen
ist.

64. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 63,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Datennetzwerk (30) das Internet ist.

65. Biometrisches Schreibsystem nach einem der vorangehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Datenverarbeitungseinheit (11, 19) die berechneten
aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten biometri-
schen Referenzdaten zu deren Verifizierung und Identifikation
vergleicht.

66. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 65,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Datenverarbeitungseinheit (11; 19) bei weitgehender
Übereinstimmung der aktuellen biometrischen Daten mit den ge-
speicherten Referenzdaten ein Identifikations- bzw. Verifika-
tionsanzeigesignal erzeugt.

67. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 66,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Datenverarbeitungseinheit bei (11; 19) vollständiger
Übereinstimmung der aktuellen biometrischen Daten mit den ge-
speicherten biometrischen Referenzdaten die aktuellen biomet-
rischen Daten als Raubkopie der gespeicherten Referenzdaten
erkennt und ein Warnsignal erzeugt.

68. Biometrisches Schreibsystem nach Anspruch 66,
dadurch gekennzeichnet,

dass die Datenverarbeitungseinheit (11; 19) bei Abweichen der aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten biometrischen Referenzdaten ein Abweichungsanzeigesignal erzeugt.

69. Biometrisches Schreibsystem nach einem Anspruch 66, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Aktor (28) vorgesehen ist, der nach Erzeugen des Identifikations- bzw. Verifikationsanzeigesignals betätigt wird.

70. Biometrisches Schreibsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mit den gespeicherten biometrischen Referenzdaten einer über die handschriftliche Eingabe identifizierten oder verifizierten Person aktuell geschriebene, einfache Zeichen rekonstruiert werden.

71. Verfahren zur Generierung von personenspezifischen biometrischen Referenzdaten mit den folgenden Schritten:

- (a) Akustisches Erfassen von handgeführten Schreibbewegungen, die mit einem Schreibstift (2) auf einer Unterlage (4) beim Schreiben eines Zeichens, eines Wortes oder einer Wortfolge durch eine Person durchgeführt werden, und Erzeugen entsprechender Schallsignaldaten;
- (b) Speichern der erzeugten Schallsignaldaten als digitales Schall-Zeitsignal;
- (c) Berechnen von zugehörigen Frequenzspektren als Spektrogramm aus den zeitsegmentierten Schallsignaldaten mittels schneller Fouriertransformation;
- (d) Bestimmung von Amplituden-Zeitsignalen ausgewählter Frequenzen zur Erfassung der Amplitudendynamik in dem berechneten Spektrogramm;

- (e) Berechnen eines zugehörigen Frequenzspektrums aus den ausgewählten Amplituden-Zeitsignalen mittels schneller Fouriertransformation;
- (f) Bestimmen von ersten biometrischen Daten aus der Schall- und Schwingungsintensität der digitalen Zeitsignale mittels Merkmalsextraktion;
- (g) Bestimmen von zweiten biometrischen Daten aus dem berechneten Spektrogramm der zeitsegmentierten Schall- und Schwingungszeitsignale mittels Merkmalsextraktion.
- (h) Bestimmen von dritten aktuellen biometrischen Daten mittels Merkmalsextraktion aus dem berechneten Frequenzspektrum der Amplituden-Zeitsignale;
- (i) Bestimmen von vierten aktuellen biometrischen Daten mittels Merkmalsextraktion aus erfassten dynamischen Schreibdruck-, Schwingungs- und Neigungsdaten;

72. Verfahren nach Anspruch 71,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Verfahrensschritte mehrmals durchgeführt werden und die jeweils bestimmten Referenzdaten statistisch ausgewertet werden, wobei die ausgewerteten Daten als personenspezifische Referenzdaten abgespeichert werden.

73. Verfahren nach Anspruch 72.

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die statistisch ausgewerteten personenspezifischen Referenzdaten in einem Mikrochip eines Personalausweises, in einem Mikrochip einer Kreditkarte, in eine Berechtigungsmagnetkarte oder die eine Speichereinheit eines Computers bzw. eines Schreibsystems abgespeichert werden.

74. Verfahren nach Anspruch 71,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass zusätzlich ein von der Person stammendes Sprechsignal akustisch erfasst und entsprechende Schallsignaldaten erzeugt und abgelegt werden.

75. Verfahren nach Anspruch 74,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass bei der durchgeführten Schreibbewegung des Schreibstiftes die in mindestens einer Raumrichtung auftretenden Kräfte über optische oder mechanische Drucksensoren erfasst werden und entsprechend mindestens eindimensionale Schreib-Druckdaten erzeugt werden.

76. Verfahren nach Anspruch 74,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass bei der durchgeführten Schreibbewegung des Schreibstiftes (2) die Schreibgeschwindigkeiten über ein Mikrofon (5) und mindestens einen optischen oder mechanischen Schwingungssensor erfasst und entsprechende dynamische Schreibdaten erzeugt werden.

77. Verfahren nach Anspruch 74,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass bei der durchgeführten Schreibbewegung des Schreibstiftes die Fingerbewegungen über mindestens einen Neigungssensor (40) erfasst wird und entsprechende dynamische Schreibdaten erzeugt werden.

78. Verfahren nach Anspruch 71,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die beim Schreiben eines Zeichens, eines Wortes oder einer Wortfolge mit dem Schreibstift auf der Unterlage (4) handgeführten Schreibbewegungen optisch erfasst werden und entsprechende Schreibbewegungsdaten erzeugt werden.

○ 64 ○

79. Verfahren nach Anspruch 74,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei der Nutzung des Schreibgerätes Fingerprintdaten durch
ein in dem Schreibstiftgehäuse (3) integrierte Fingerprintsens-
sor (39) erfasst und abgelegt werden.

80. Verfahren nach Anspruch 71,
dadurch gekennzeichnet,
dass biometrische Referenzdaten aus Sensorsignaldaten durch
Merkmalsextraktion im Zeit- Orts- und Frequenzraum bestimmt
und in einem Referenzdatenspeicher als personenspezifische
biometrische Referenzdaten abgespeichert werden.

81. Verfahren nach Anspruch 80,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Datenreduktion der Sensorsignaldaten mittels
Clusterbildung erfolgt.

82. Verfahren nach Anspruch 81,
dadurch gekennzeichnet,
dass aus den datenreduzierten Clusterdaten Merkmalsparameter
extrahiert werden.

83. Verfahren nach Anspruch 82,
dadurch gekennzeichnet,
dass aus den Merkmalsparametern biometrische Referenzdaten zur
Ablage selektiert werden.

84. Verfahren nach Anspruch 82,
dadurch gekennzeichnet,
dass aus den aktuellen Merkmalsparametern aktuelle biometri-
sche Daten zur Ablage gewonnen werden.

85. Verfahren nach Anspruch 80,
dadurch gekennzeichnet,

dass die biometrischen Referenzdaten innerhalb oder außerhalb des Schreibgerätes abgespeichert werden.

86. Verfahren nach Anspruch 80,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die aktuellen biometrischen Referenzdaten innerhalb oder außerhalb des Schreibgerätes abgespeichert werden.

87. Verfahren zur Verifikation und Identifikation einer Person mit den folgenden Schritten:

- (a) akustisches Erfassen von handgeführten Schreibbewegungen, die mit einem Schreibstift (2) auf einer Unterlage (4) beim Schreiben eines Zeichen, eines Wortes oder einer Wortfolge durch die Person durchgeführt werden und Erzeugen entsprechender Schallsignalen;
- (b) Erzeugen von Schreibdruck-Signalen für Schreibdruck und von Schwingungssignalen für Schwingungen, die von dem Schreibstift auf mindestens einen Druck- und Schwingungssensor übertragen werden;
- (c) Speichern der erzeugten Signalen als digitale Zeitsignale;
- (d) Berechnen von Frequenzspektren als Spektrogramm aus den gespeicherten zeitsegmentierten Schall- und Schwingungszeitsignalen mittels schneller Fouriertransformation;
- (e) Bestimmen von Amplituden-Zeitsignalen ausgewählter Frequenzen zur Erfassung der Amplitudendynamik in dem Spektrogramm der Schall- und Schwingungszeitsignale;
- (f) Berechnen eines zugehörigen Frequenzspektrums aus den ausgewählten Amplituden-Zeitsignalen mittels schneller Fouriertransformation;
- (g) Bestimmen von ersten aktuellen biometrischen Daten aus der Schall- und Schwingungsintensität der digitalen Zeitsignale mittels Merkmalsextraktion;

- (h) Bestimmen von zweiten aktuellen biometrischen Daten aus den und Schwingungs-Zeitsignale mittels Merkmalsextraktion;
- (i) Bestimmen von dritten aktuellen biometrischen Daten mittels Merkmalsextraktion aus den Frequenzspektren der Amplituden-Zeitsignale;
- (j) Bestimmen von vierten aktuellen biometrischen Daten mittels Merkmalsextraktion aus den dynamischen Schreibdruckdaten und;
- (k) Vergleichen der aktuellen biometrischen Daten mit gespeicherten biometrischen Referenzdaten der Person zur Verifikation, ob die aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten biometrischen Referenzdaten der Person weitgehend übereinstimmen;
- (l) Vergleichen der aktuellen biometrischen Daten mit gespeicherten biometrischen Referenzdaten einer Vielzahl von Personen zur Identifikation, ob die aktuellen biometrischen Daten mit den gespeicherten biometrischen Referenzdaten einer der gespeicherten Personen weitgehend übereinstimmen.

88. Verfahren nach Anspruch 87,
dadurch gekennzeichnet,
dass zusätzlich ein von der Person stammendes Sprachsignal akustisch erfasst und entsprechende Schallsignaldaten erzeugt werden.

89. Verfahren nach Anspruch 87,
dadurch gekennzeichnet,
dass die biometrischen Daten aus den Sprachsignaldaten in Kombination mit den Schreibsignaldaten zur Verifikation und Identifikation ausgeweitet werden.

90. Verfahren nach Anspruch 87,
dadurch gekennzeichnet,

dass zusätzlich biometrische Daten von einem Fingerprintsensor in Kombination mit den Schreib- und Sprachsignaldaten zur Verifikation und Identifikation ausgeweitet werden.

91. Verfahren nach Anspruch 87,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass zusätzlich biometrischen Daten von einem den Neigungsdatensensor in Kombination mit den Schreib- und Sprachsignaldaten zur Verifikation und Identifikation ausgeweitet werden.

92. Verfahren nach Anspruch 87,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass zusätzlich biometrische Daten aus der Dynamik von optisch erfassten Positionsdaten in Kombination mit den Schreib- und Sprachsignaldaten zur Verifikation und Identifikation ausgeweitet werden.

93. Verfahren nach Anspruch 87,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Verifikation und Identifikation aus den akustischen Schreib- und Sprachsignaldaten mittels einer Software zur Sprecher- und Spracherkennung erfolgt.

94. Verfahren zur Handschriftenerkennung und/oder Handskizzen-erkennung nach Anspruch 87,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die beim Schreiben oder Skizzieren eines Zeichens, eines Bildelementes, eines Wortes oder einer Wortfolge mit dem Schreibstift auf der Unterlage handgeführten Schreibbewegungen akustisch erfasst und entsprechende Schallsignaldaten erzeugt werden.

95. Verfahren nach Anspruch 87,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die beim Schreiben oder Skizzieren eines Zeichens, eines Bildelementes, eines Wortes oder einer Wortfolge mit dem Schreibstift auf der Unterlage handgeführten Schreibbewegungen optisch erfasst und entsprechende Positionsdaten erzeugt werden.

96. Verfahren nach Anspruch 87,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass bei der durchgeführten Schreibbewegung des Schreibstiftes in mindestens einer Raumrichtung auftretenden Kräfte optisch oder mechanisch erfasst und entsprechende mindestens eindimensionale Schreib-Druckdaten erzeugt werden.

97. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 87 bis 96,

dass zusätzlich ein von der Person stammendes Sprachsignal akustisch erfasst und entsprechende Schallsignaldaten erzeugt werden.

98. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 87 bis 96,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass in einer Trainingsphase Referenzmerkmalsvektoren und in einer Arbeitsphase die aktuellen Merkmalsvektoren für entsprechende Zeichen, Skizzen oder Worte aus den akustischen Schreibsignaldaten, den optischen Positionsdaten, den Schreib-Druckdaten und Sprachdaten bestimmt und abgelegt werden;

99. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 87 bis 96,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass aus Merkmalsvektoren der erfassten Signaldaten mittels statistischer, konnektionistischer und wissensbasierter Verfahren entsprechende Zeichen, Bildelemente, Skizzen, Wortsegmente, Wörter oder Wortfolgen ermittelt werden.

100. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 87 bis 96,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die akustische Handschriftenerkennung (ACR), die optische Handschriftenerkennung (OCR) und die Spracherkennung in ein und demselben Schreibsystem integriert und die Verfahren zur Bild -und Texterkennung miteinander kombiniert werden.

101. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 87 bis 96,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Merkmale der akustischen und optischen Daten sowie Druckdaten zur Rekonstruktion eingegebener Zeichen, Bildelemente, Wörter und Texte korreliert und dann als Merkmalsvektoren abgelegt werden.

102. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 87 bis 96,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass aus den korrelierten Merkmalsvektoren der erfassten Signaldaten mittels statistischer, konnektionistischer und wissensbasierter Verfahren entsprechend Zeichen, Bildelemente, Skizzen, Wortsegmente, Wörter oder Wortfolgen ermittelt werden;

103. Verfahren zur Handschriftenerkennung und/oder Handskizzenerkennung nach Anspruch 87,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Handschriften- und Handskizzenerkennung aus den akustischen und optischen Schreib- und Sprachsignaldaten mittels Software zur Spracherkennung und Bildererkennung erfolgt.

104. Verfahren zur Handschriftenerkennung und/oder Handskizzenerkennung nach Anspruch 87,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass mit den gespeicherten biometrischen Referenzdaten einer identifizierten oder verifizierten Person aktuell geschriebene, einfache Zeichen oder gezeichnete einfache Bildelemente rekonstruiert werden.

105. Verfahren nach Anspruch 87,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass das ermittelte Zeichen der ausführenden Person zu dessen Kontrolle optisch und/oder akustisch rückgemeldet wird.

106. Verfahren nach Anspruch 87,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die generierten personenspezifischen Referenzdaten aus der Ermittlung psychologischer und/oder physiologischer Merkmale der Person ausgewertet werden.

107. Verwendung des biometrischen akustischen Schreibsystems nach einem der Ansprüche 1 bis 70 als Computereingabeeinrichtung.

108. Verwendung des biometrischen Schreibsystems nach einem der Ansprüche 13 bis 70 als Spracheingabeeinrichtung, insbesondere als Diktiergerät.

109. Verwendung des biometrischen Schreibsystems nach einem der Ansprüche 1 bis 70 zur Erkennung neuromotorischer Bewegungsstörungen einer Person.

110. Verwendung des biometrischen Schreibsystems nach einem der Ansprüche 1 bis 70 als Therapiesystem zur Behebung neuromotorischer Bewegungsstörungen einer Person.

111. Verwendung des biometrischen Schreibsystems nach einem der Ansprüche 1 bis 70 als graphologisches System zur Ermittlung psychologischer/physiologischer Merkmale einer Person.



112. Verwendung des biometrischen Schreibsystems nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 70 als Schulungssystem zum Erlernen von Schreiben.

113. Verwendung des biometrischen Schreibsystems nach einem der Ansprüche 1 bis 70 als Schulungssystem zum Erlernen einer Sprache.

114. Verwendung des biometrischen Schreibsystems als multifunktionales Computereingabesystem eines virtuellen Schreibti-sches.



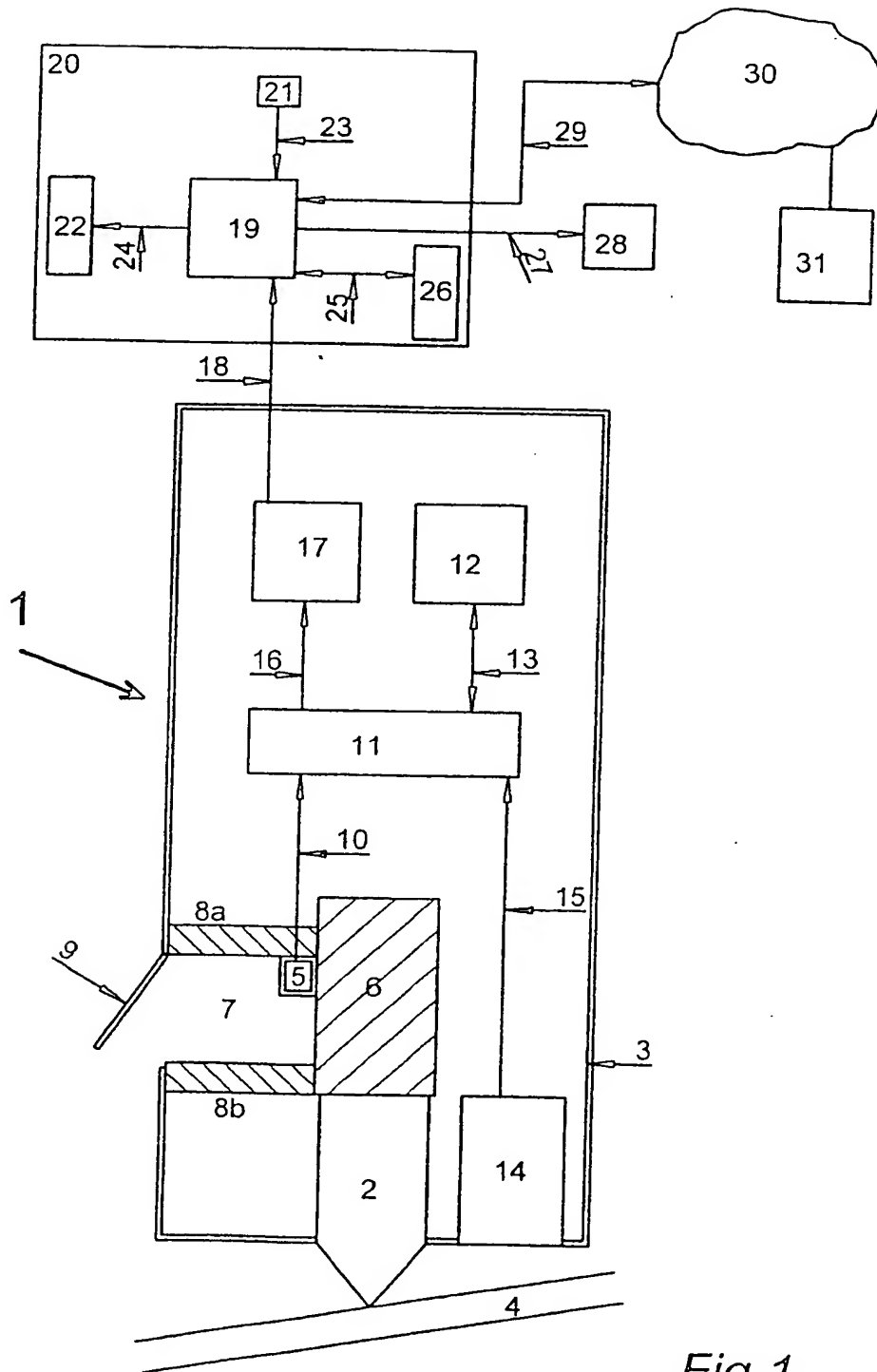
72



Zusammenfassung

Biometrisches Schreibsystem mit einem Schreibstiftgehäuse (3) zur Durchführung handgeführter Bewegungen auf einer Unterlage (4), mindestens einem in dem Schreibstiftgehäuse (3) integrierten Mikrofon (5) zur akustischen Erfassung von Schallsignalen, die durch die handgeführten Bewegungen hervorgerufen werden, und mit einer Datenverarbeitungseinheit (11) zur Berechnung biometrischer Daten in Abhängigkeit von den erfassten Schallsignalen.

Fig. 1

Fig. 1

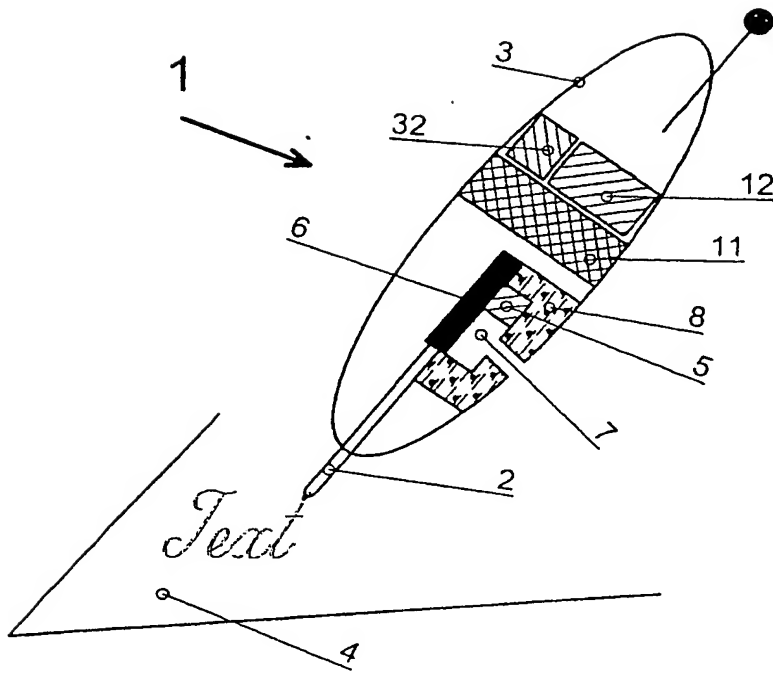


Fig. 2

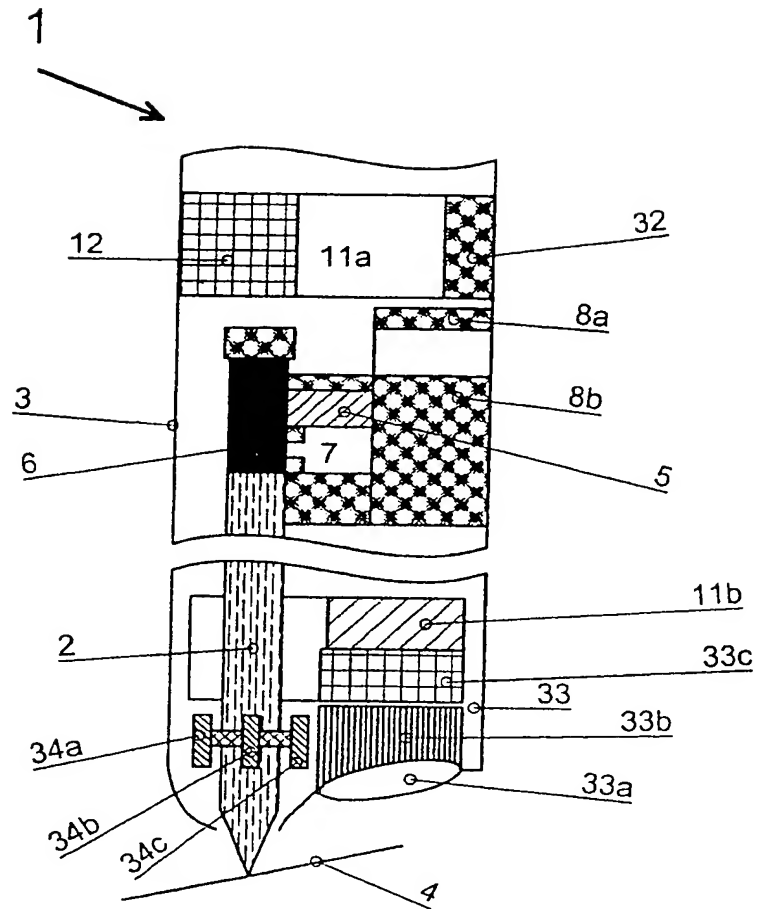


Fig. 3

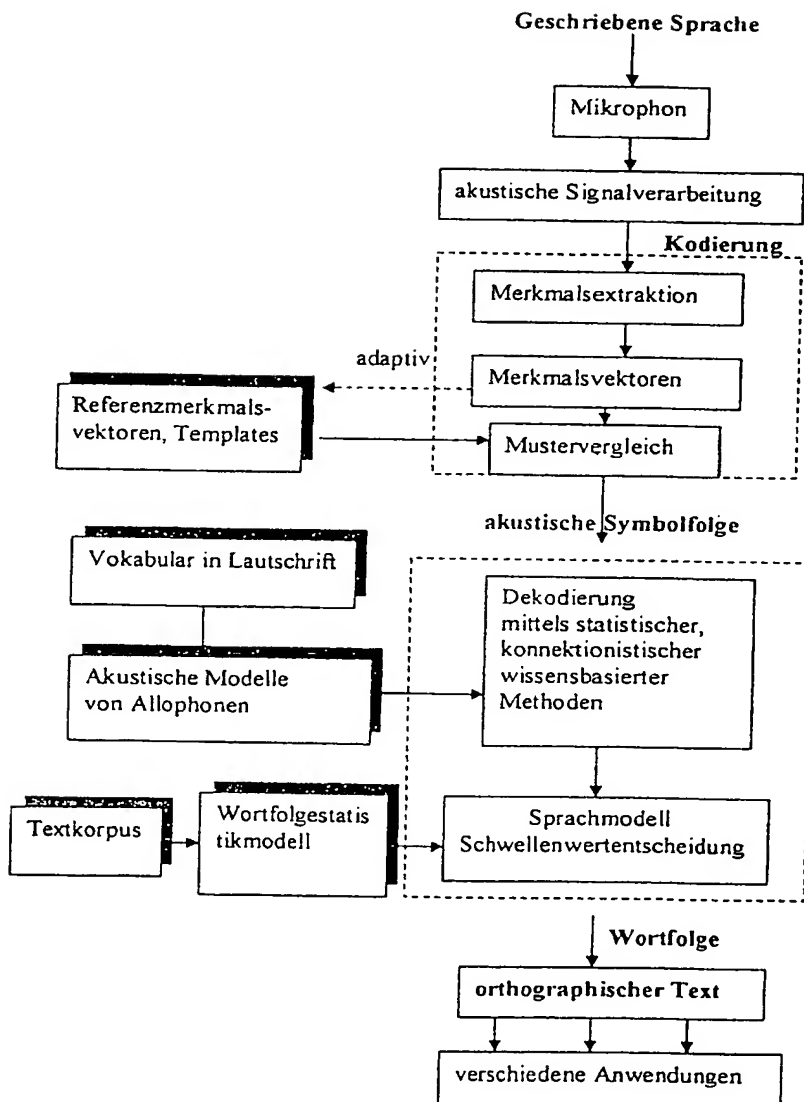


Fig. 4

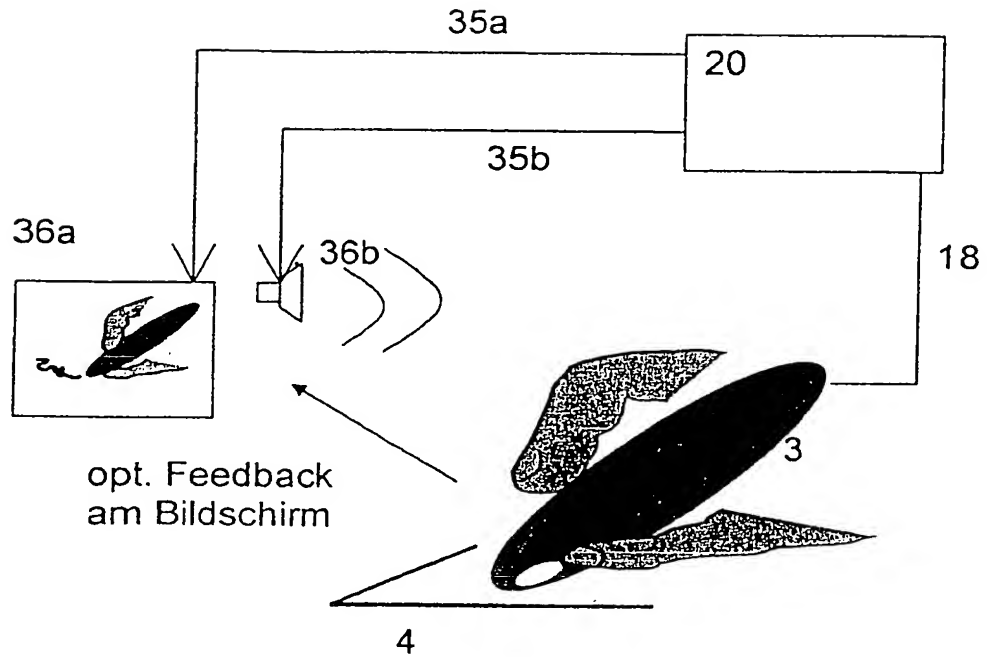


Fig.5

Fig. 6a

Karton

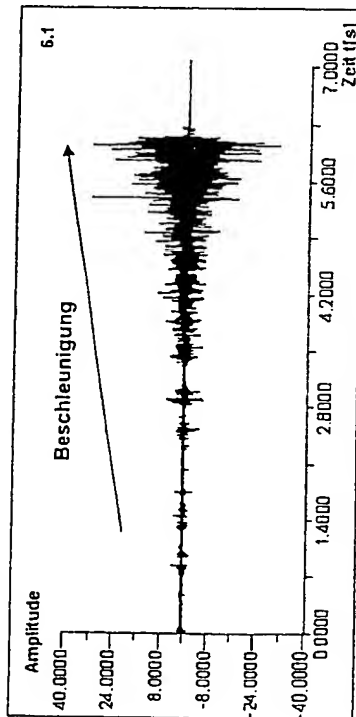


Fig. 6b

Block

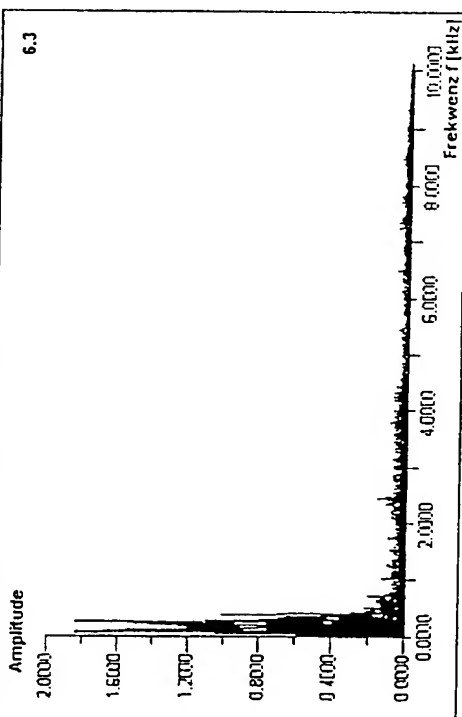
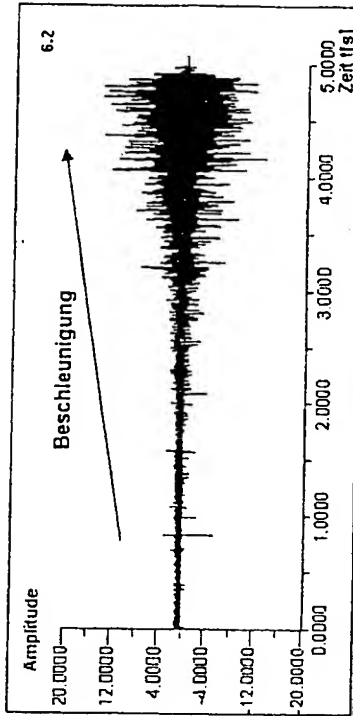


Fig. 6c

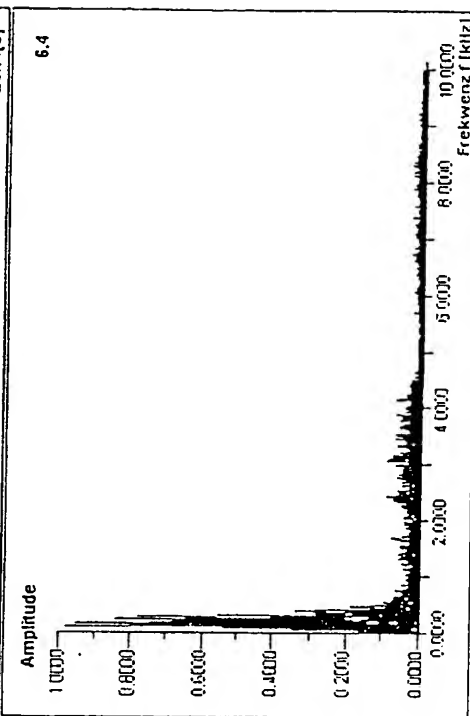
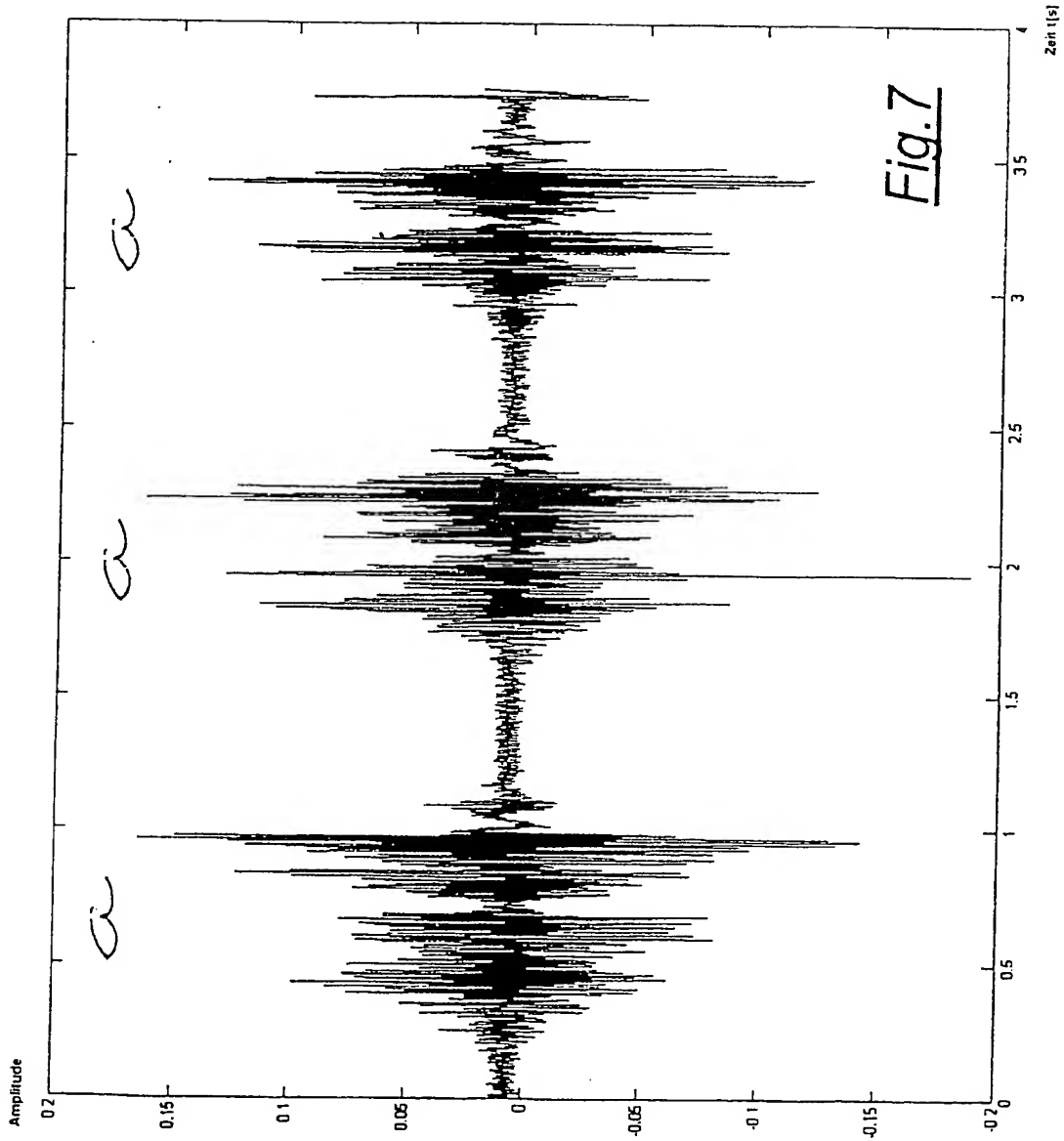
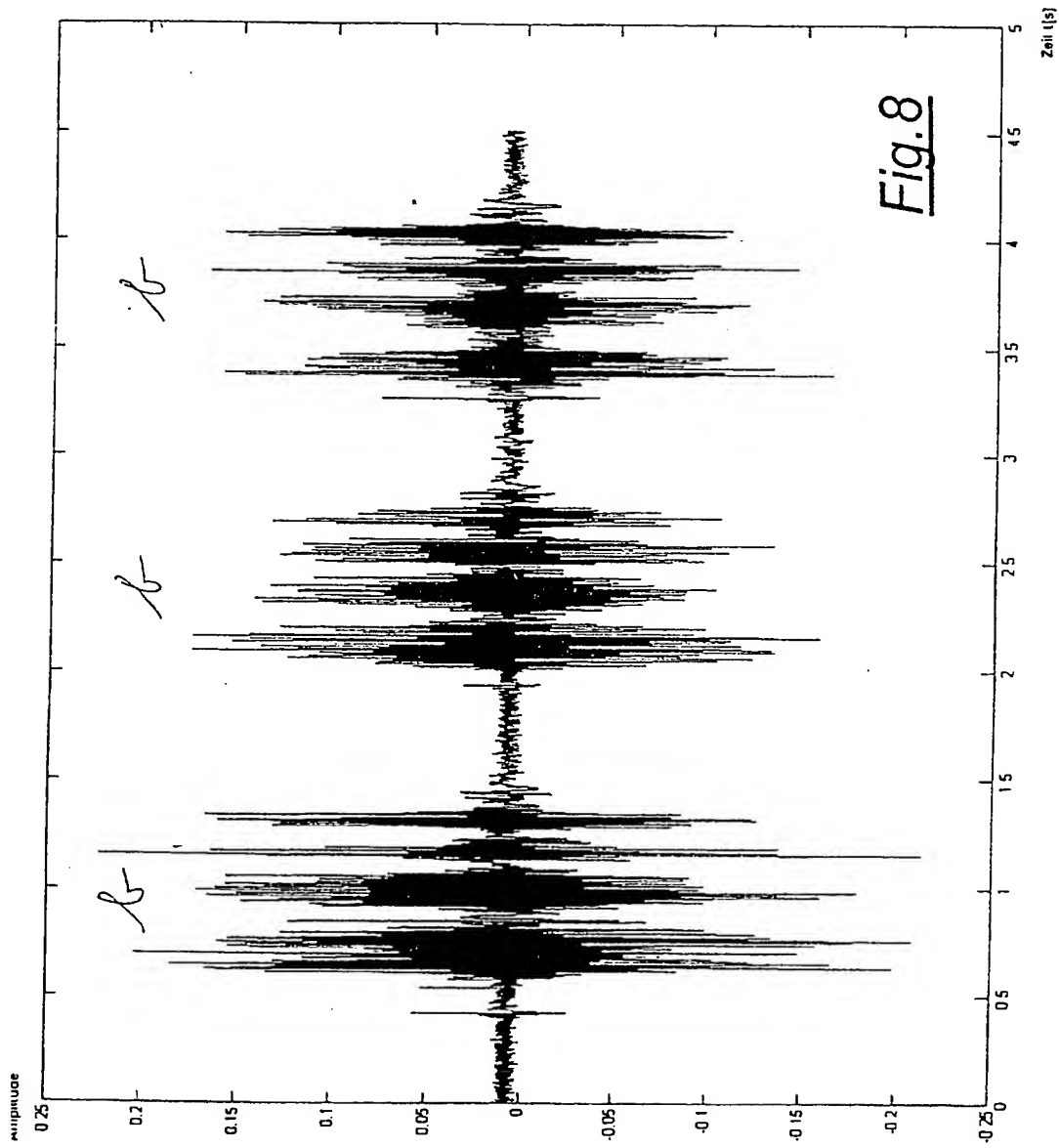
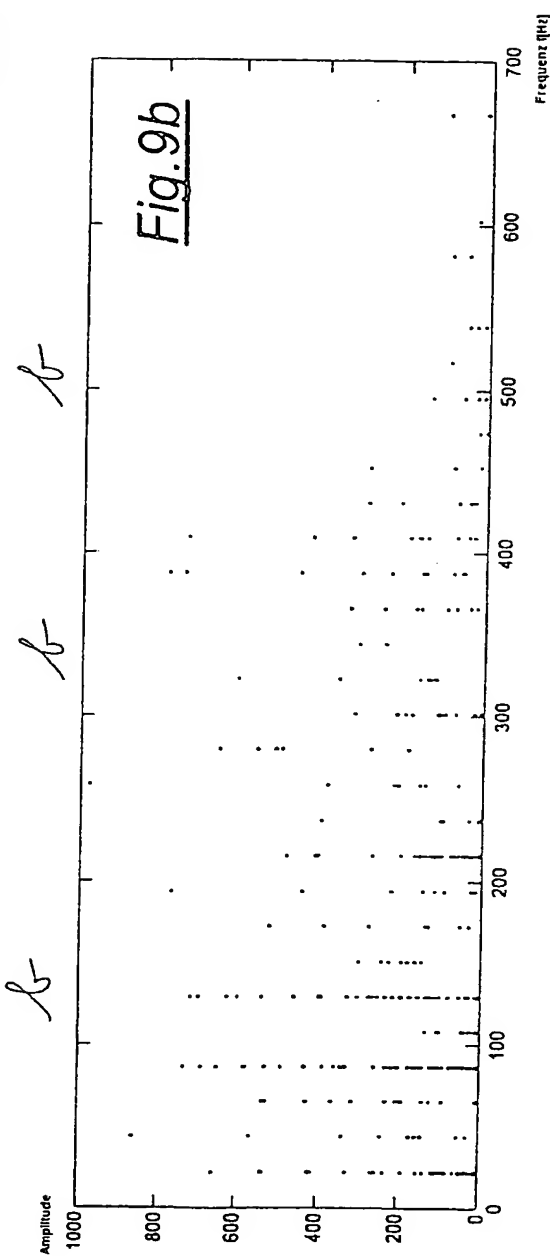
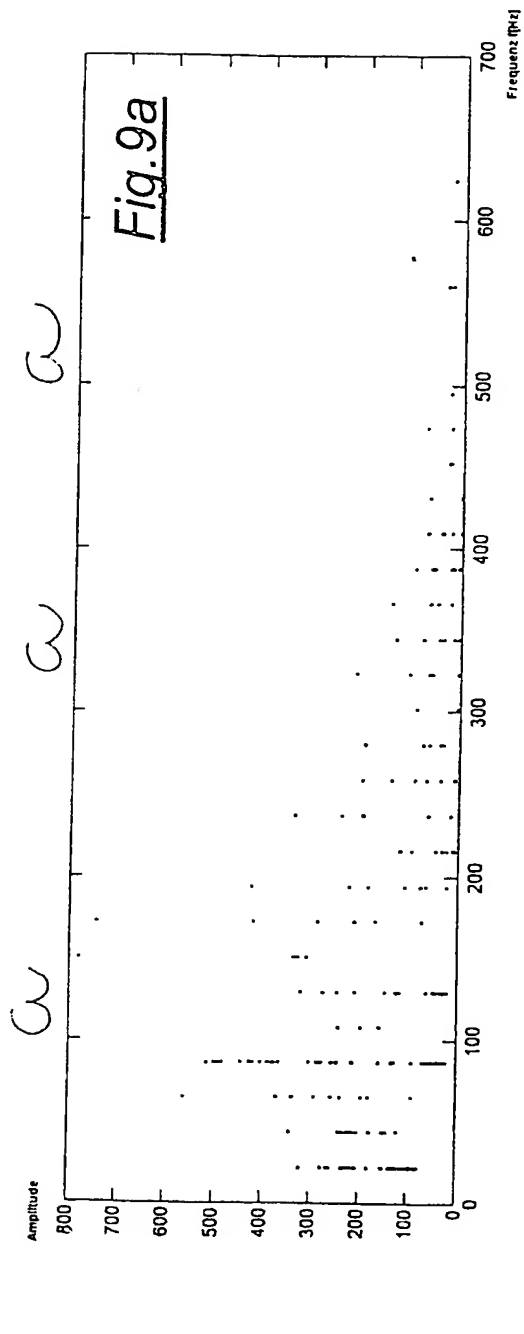


Fig. 6d







10/12

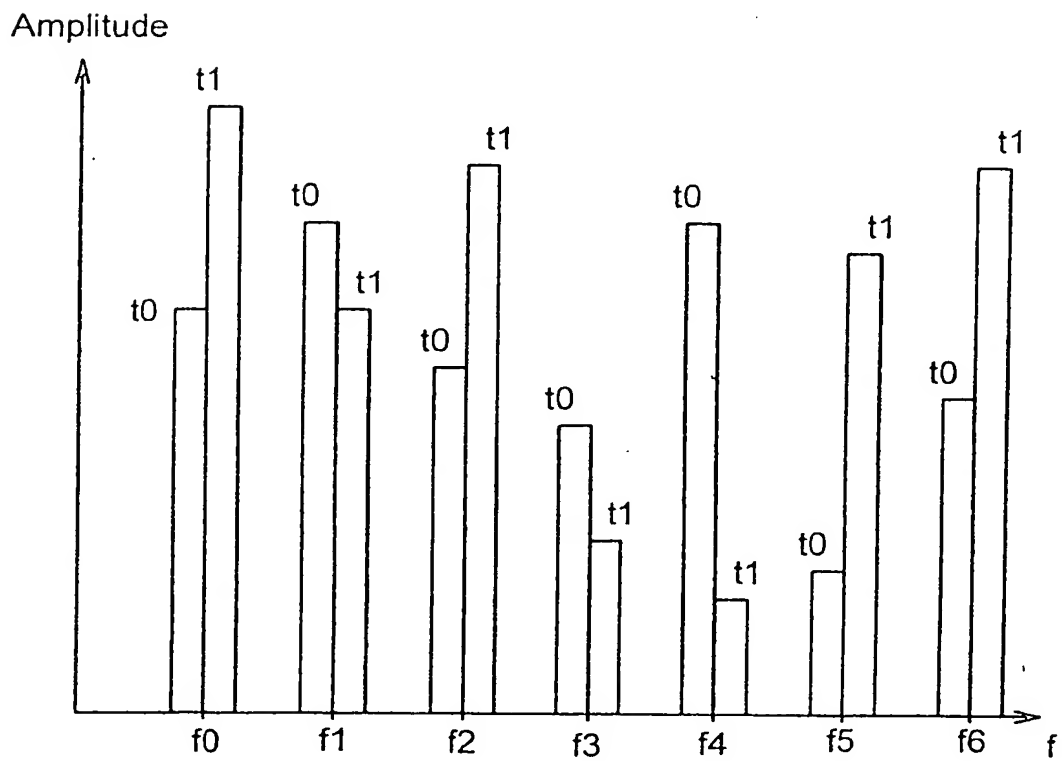
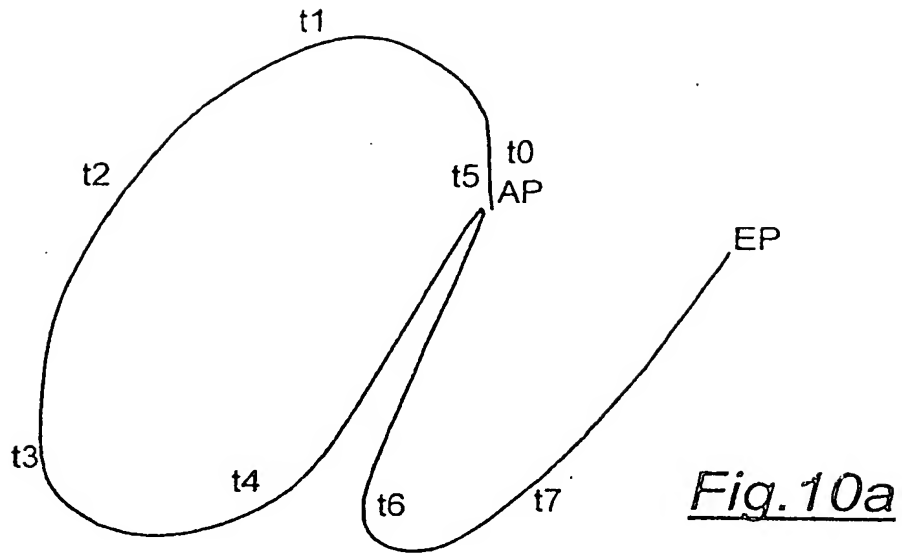


Fig. 10b

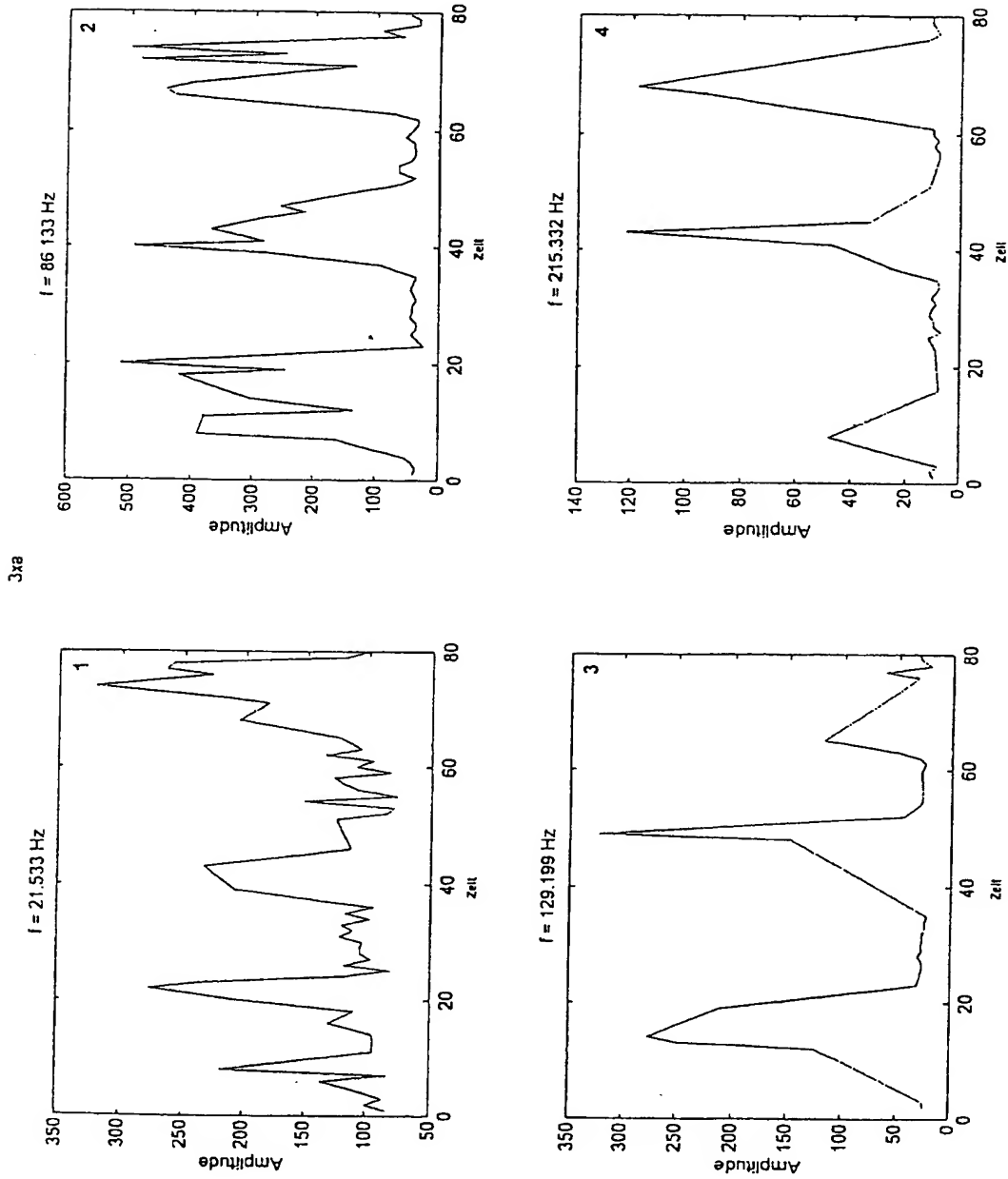


Fig.11

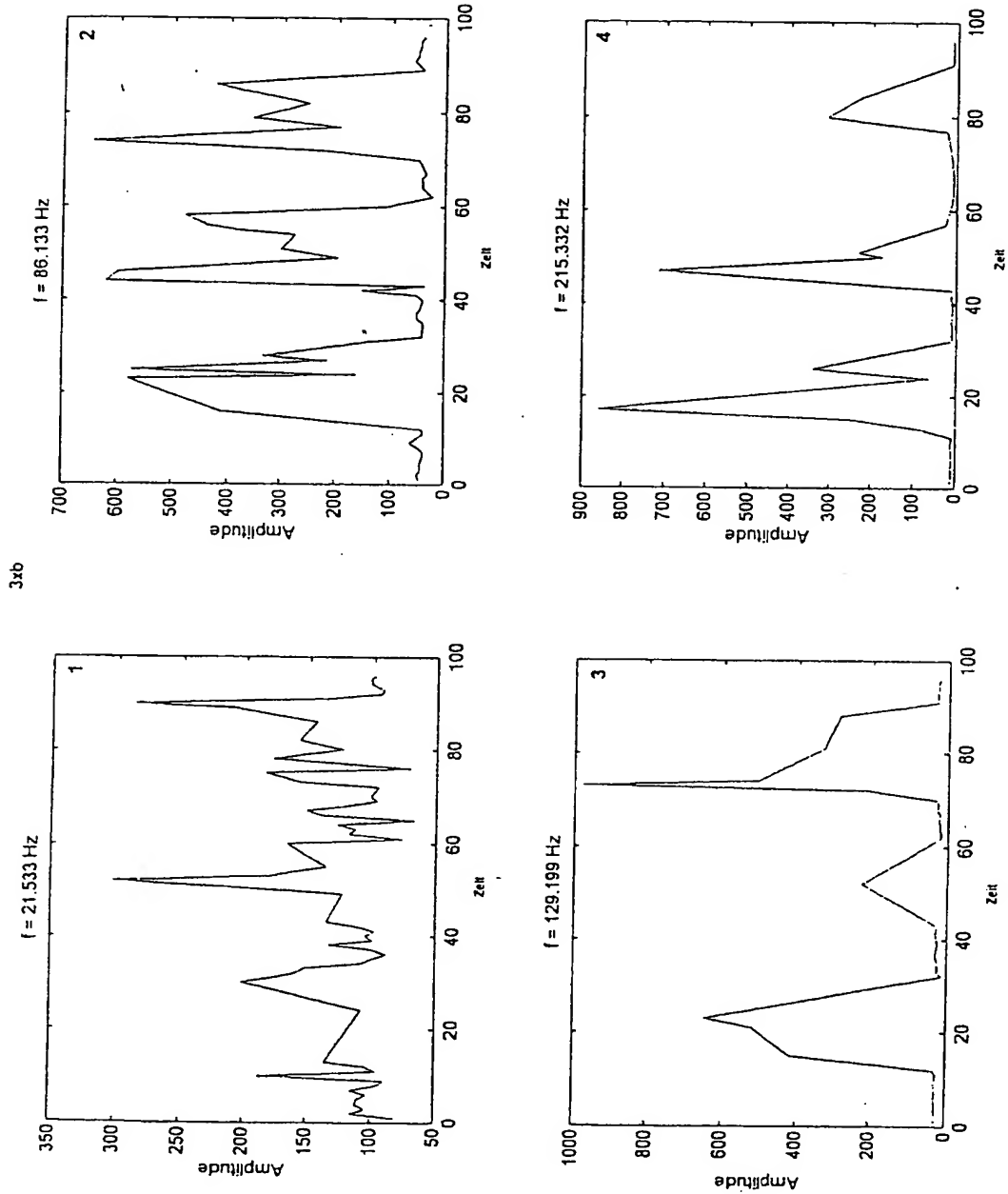


Fig.12

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.